IX.INTERNATIONAL HALICH CONGRESS ON MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC RESEARCH

December 3-4, 2025, ISTANBUL

THE BOOK OF FULL TEXTS

VOLUME-I

Edited by
Prof. Dr. Muhittin ELİAÇIK

ISBN: 979-8-89695-263-3

9th INTERNATIONAL HALICH CONGRESS ON MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC RESEARCH

December 3-4, 2025 / Istanbul

THE BOOK OF FULL TEXTS

VOLUME-1

Edited by
Prof. Dr. Muhittin ELIAÇIK

By Liberty Publishing House
Water Street Corridor New York, NY 10038
www.libertyacademicbooks.com
+1 (314) 597-0372
ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.
© Liberty Academic Publishers 2025
The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 license (http://creativecommons. org/licenses/by-nc/4.0/) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms.
adopted by Mariam Rasulan
www.izdas.org/halic
Issued: 16.12.2025
ISBN: 979-8-89695-263-3

CONGRESS ID

9th INTERNATIONAL HALICH CONGRESS ON MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC RESEARCH

DATE AND PLACE

December 3-4, 2025 / Istanbul, Türkiye

CONGRESS CHAIR

Prof. Dr. Muhittin ELİAÇIK- Kırıkkale University

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Muhittin ELİAÇIK – Congress Chair
Assoc. Prof. Dr. Özlem ÜLGER – Organizing Committee Member
Assoc. Prof. Dr. Mirna FAVAZ - Organizing Committee Member
Assist. Prof. Dr. Hayri YILDIRIM - Dicle University

PRESENTATION

Online and In-person Presentation

COORDINATOR

Gulnaz GAFUROVA

PARTICIPANTS COUNTRIES

Turkiye, Azerbaijan, Kazakhstan, India, TRNC, Georgia, Iran, Nigeria, USA, North Macedonia, Spain, Morocco, Bangladesh, Albania, Pakistan, Algeria, Romania, Serbia, Lithuania, Indonesia, Republic of Moldova, Malaysia, Italy, Iraq, Lebanon, Vietnam

TOTAL NUMBER OF PAPERS 385

THE NUMBER OF PAPERS FROM TÜRKİYE 186

OTHER COUNTRIES 199

NUMBER OF REJECTED PAPERS 25

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

SCIENTIFIC & REVIEW COMMITTEE

Prof. Dr. Muhittin ELİAÇIK - Kırıkkale University
Assoc. Prof. Dr. Gulbaxar Tavaldieva- Tashkent Chemical Technological Institute
Assoc. Prof. Dr. Fatma İNCE- Inonu University
Assoc. Prof. Dr. İryna Dryga- National Academy of Sciences
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL- Yalova University
Assoc. Prof. Dr. Saime GÜZEL- Bursa Uludag University
Assoc. Prof. Dr. Varol KOÇ- Ondokuz Mayıs University
Assoc. Prof. Dr. H. Burçin HENDEN ŞOLT- Zonguldak Bulent Ecevit University
Assoc. Prof. Dr. F. Gül KOÇSOY- Fırat University
Asst. Prof. Dr. Leyla BEKENSİR- Ankara University
Asst. Prof. Dr. Muhammet Zeki ÖZYURT- Sakarya University
Asst. Prof. Dr. Hayri YILDIRIM - Dicle University
Dr. Terane NAGIYEVA - Azerbaijan State Pedagogical University
Asst. Prof. Dr. Ömer KASIM- Kutahya Dumlupınar University
Asst. Prof. Dr. Ramazan ARITÜRK- İstanbul Sabahattin Zaim University
Dr. Damejan SADYKOVA- Kazak Kızlar Pedogoji Üniversitesi
Dr. Mariam S. OLSSON- Lebanise University

PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY

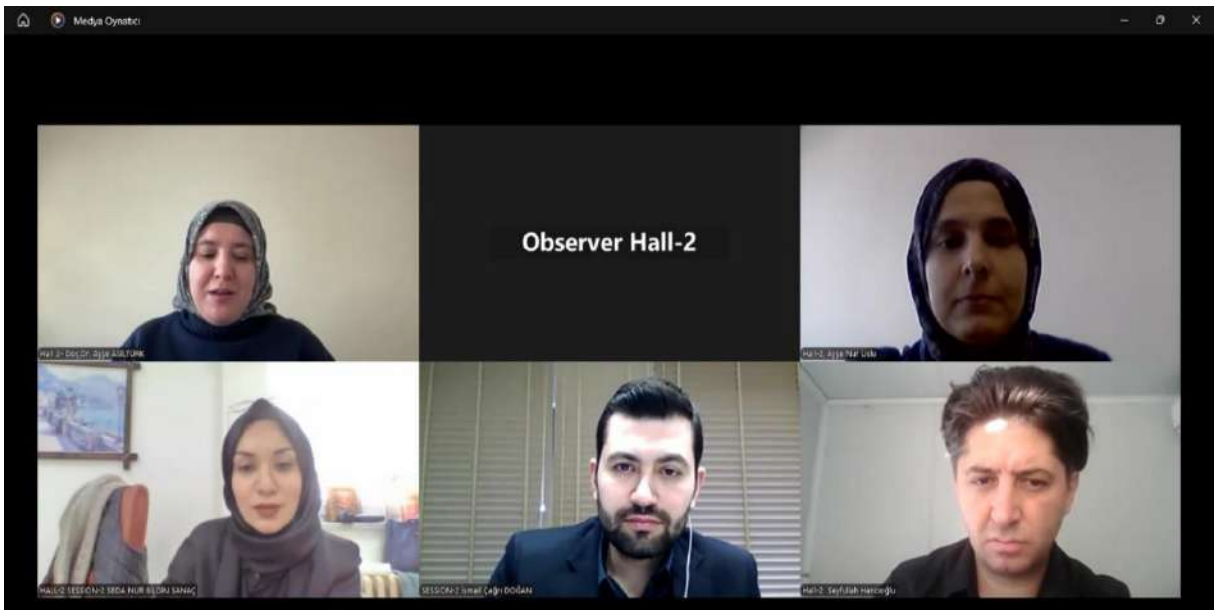


PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY

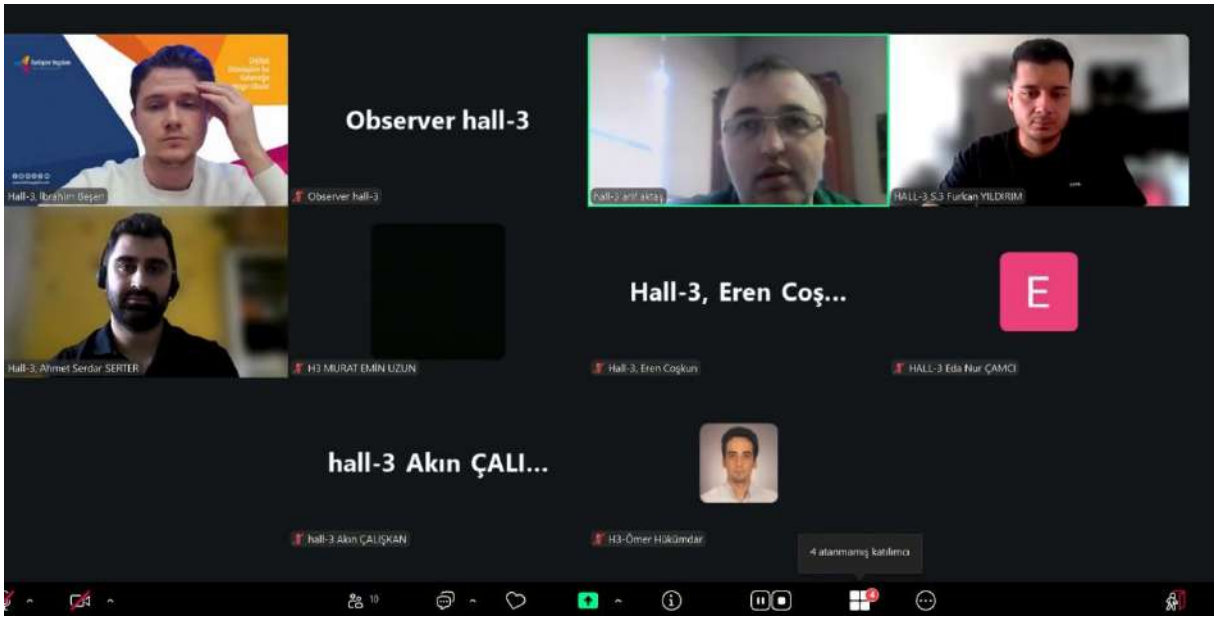


PHOTO GALLERY

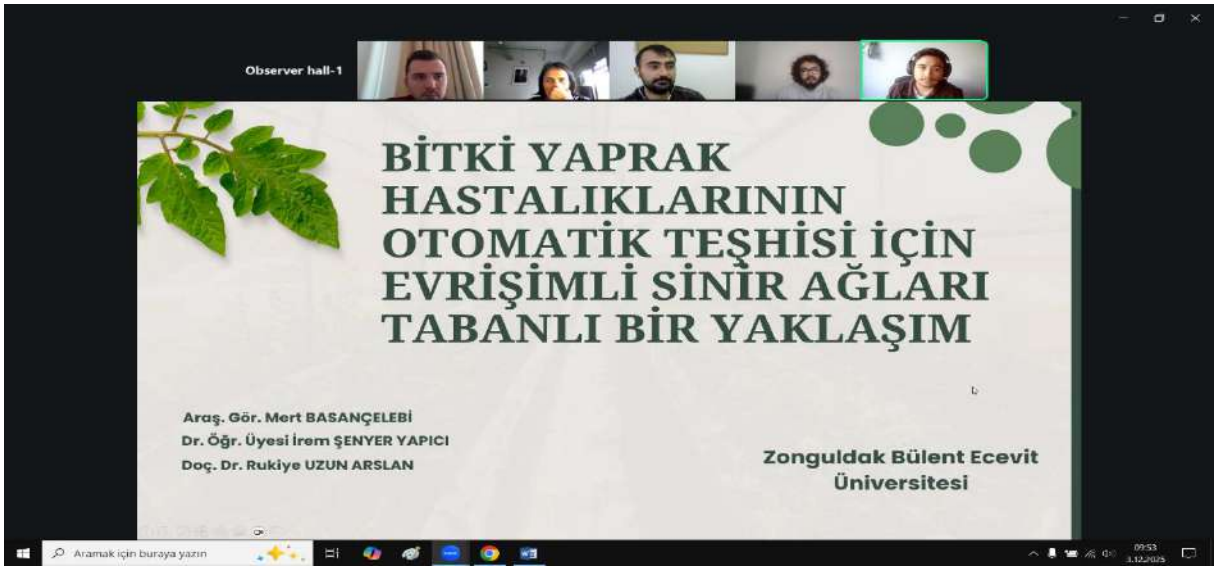
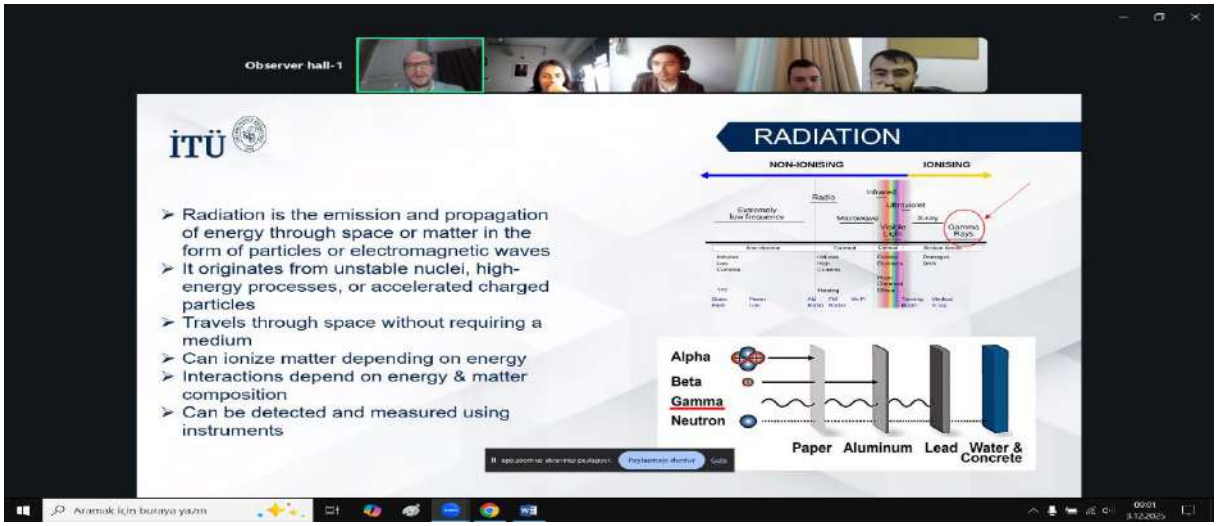
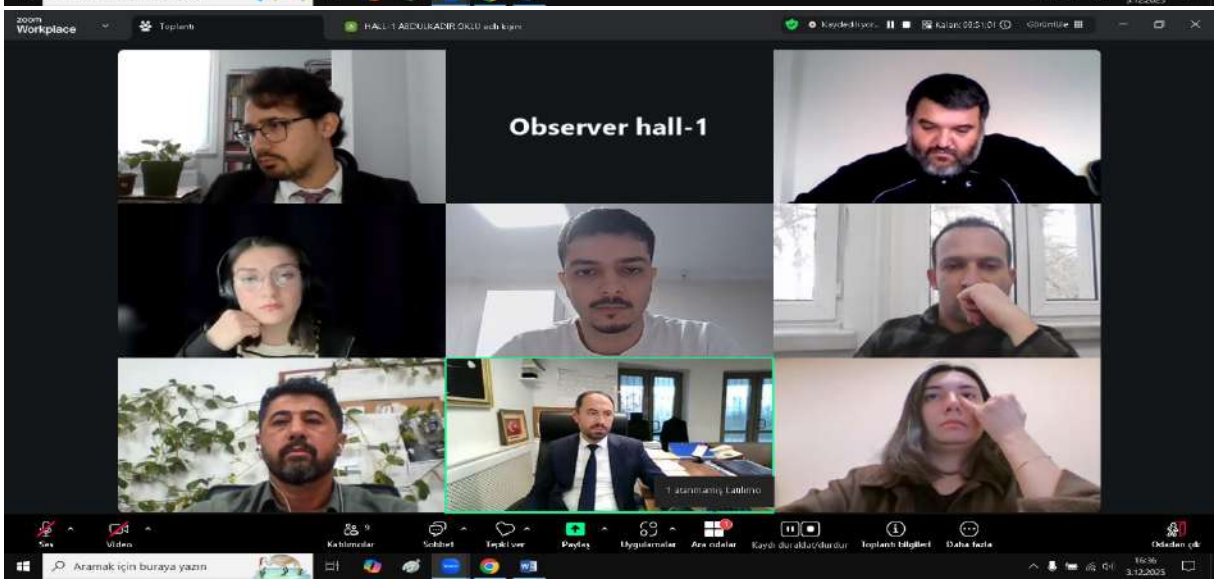


PHOTO GALLERY





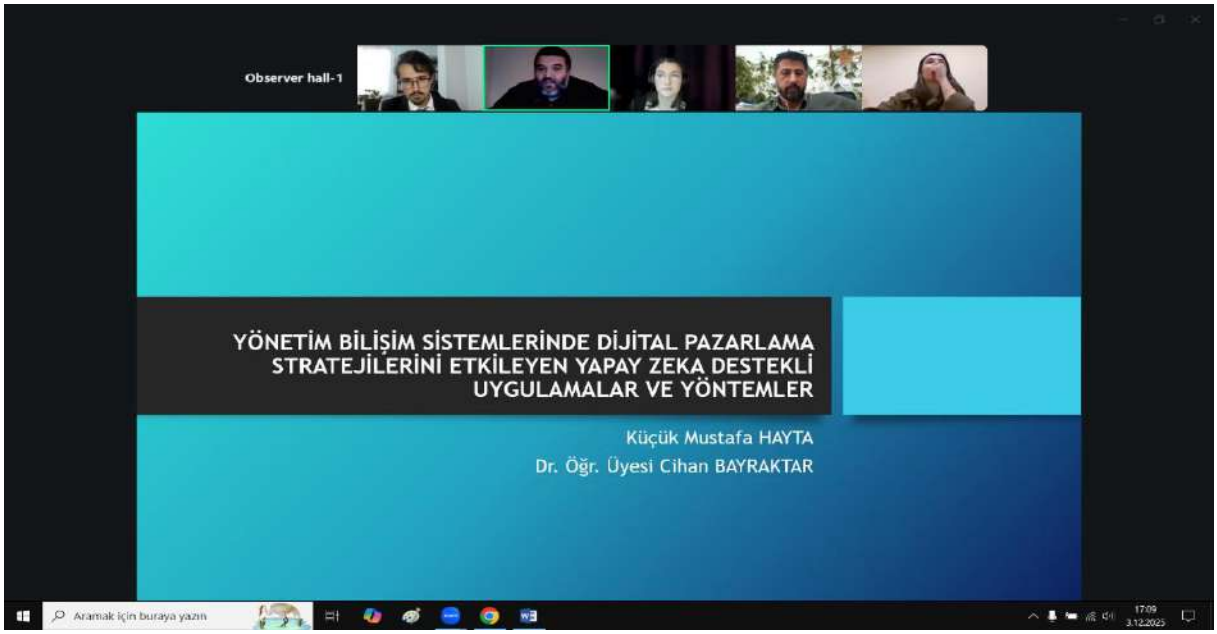
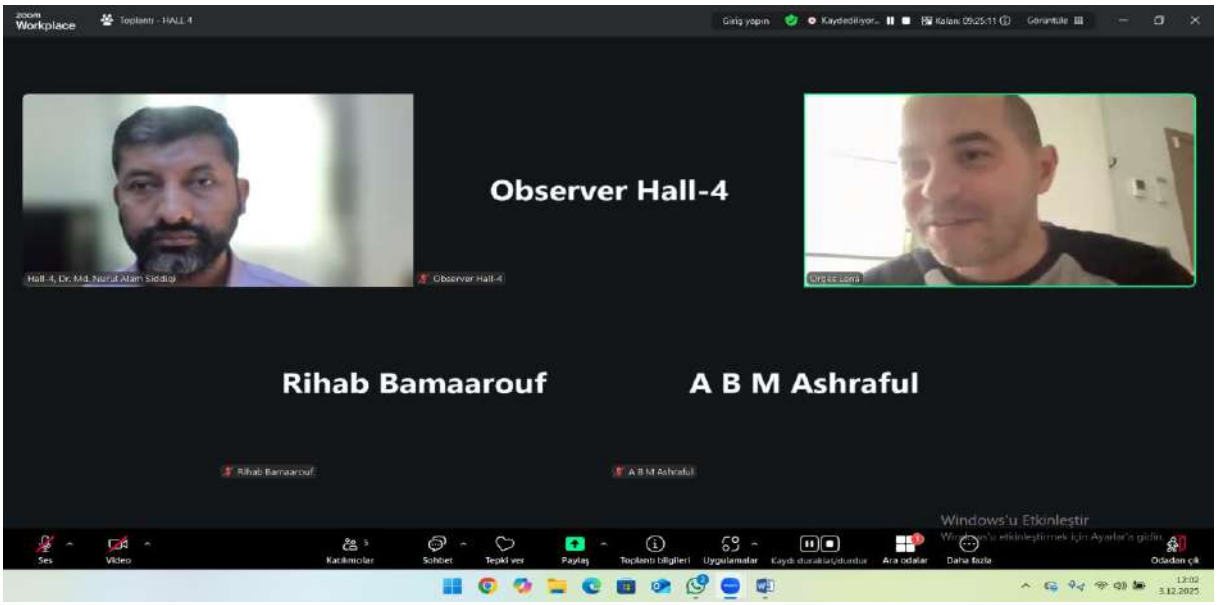


PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY



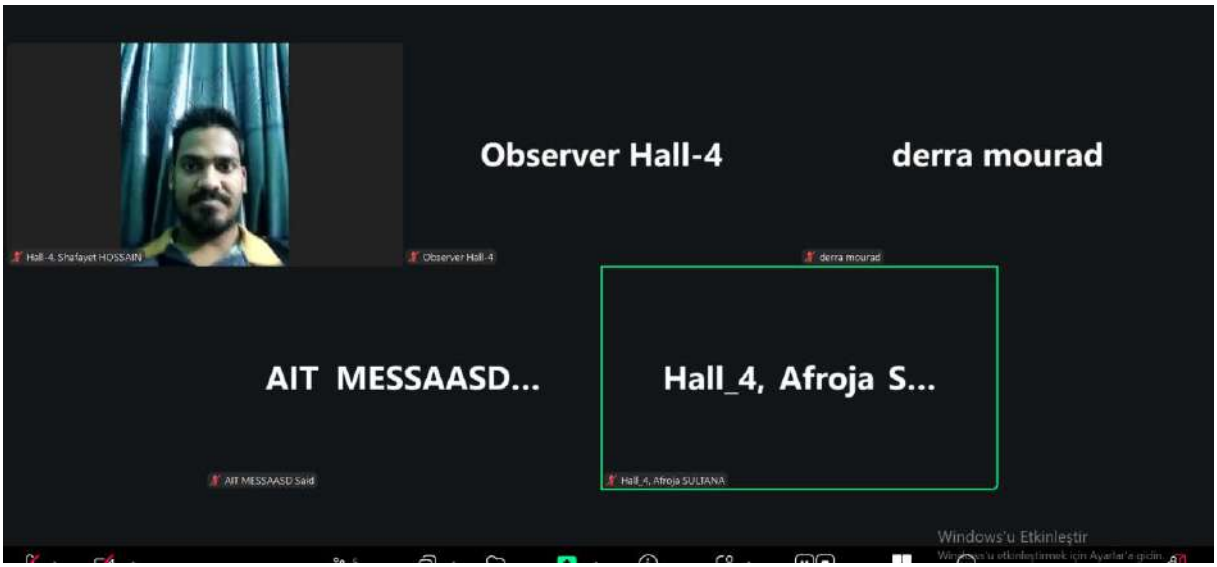
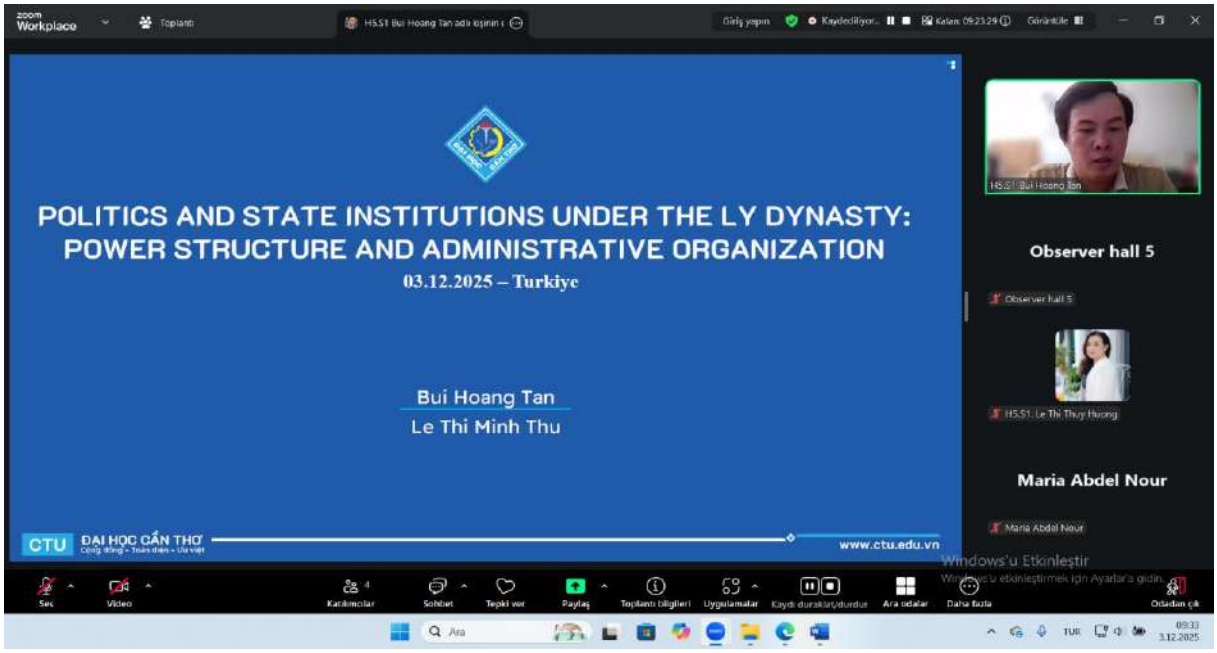
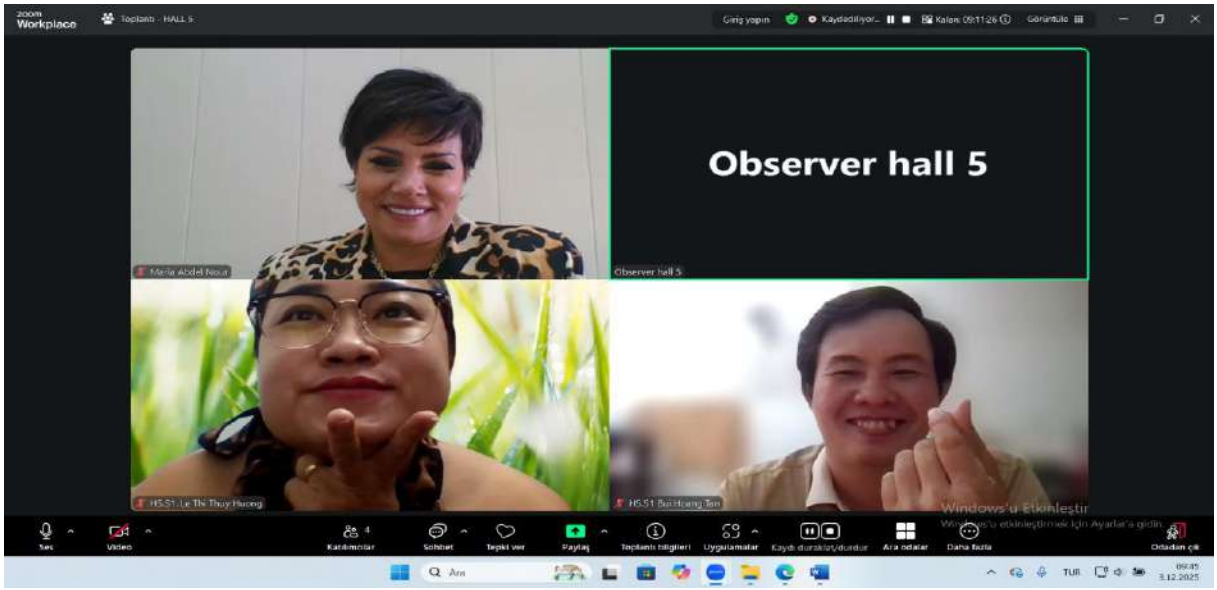


PHOTO GALLERY





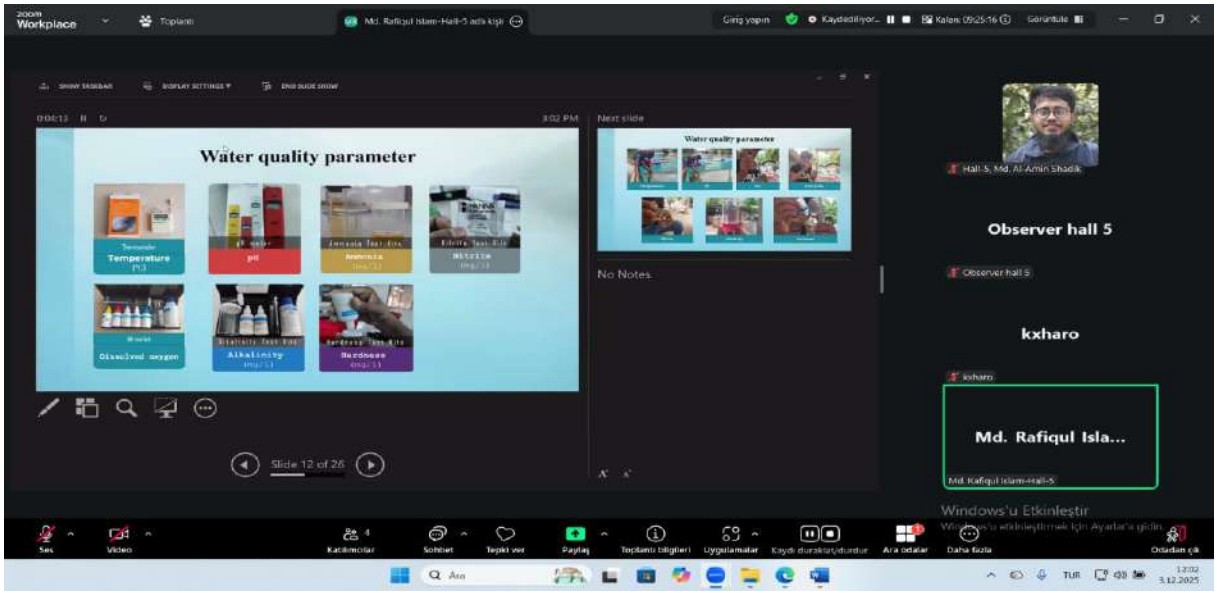


PHOTO GALLERY

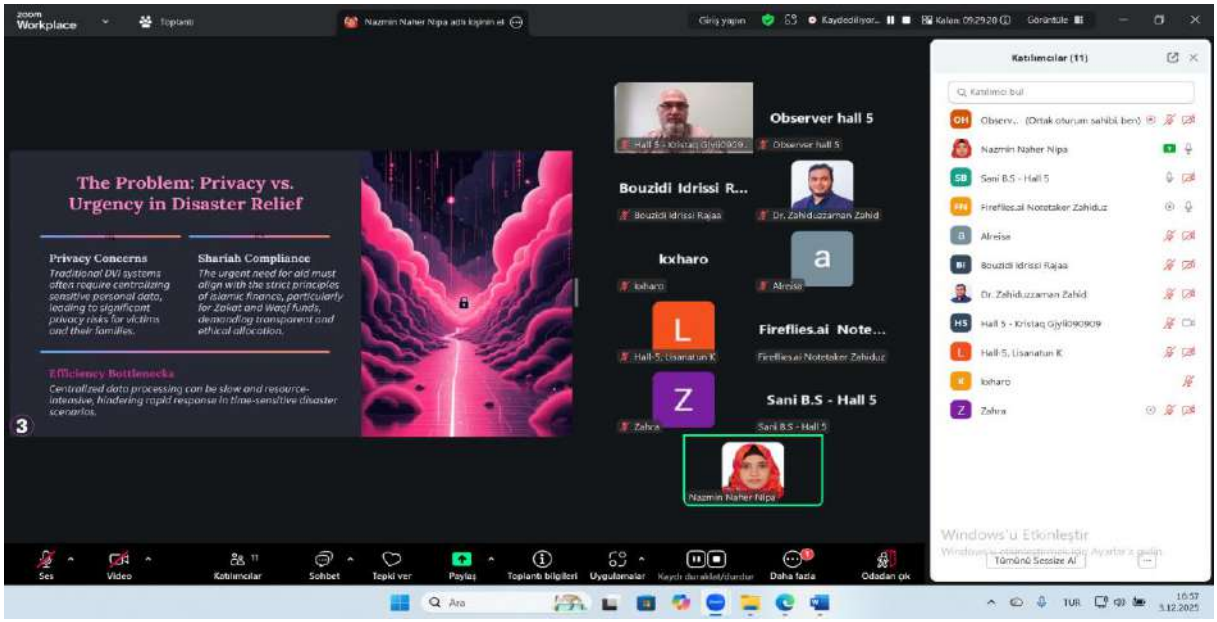
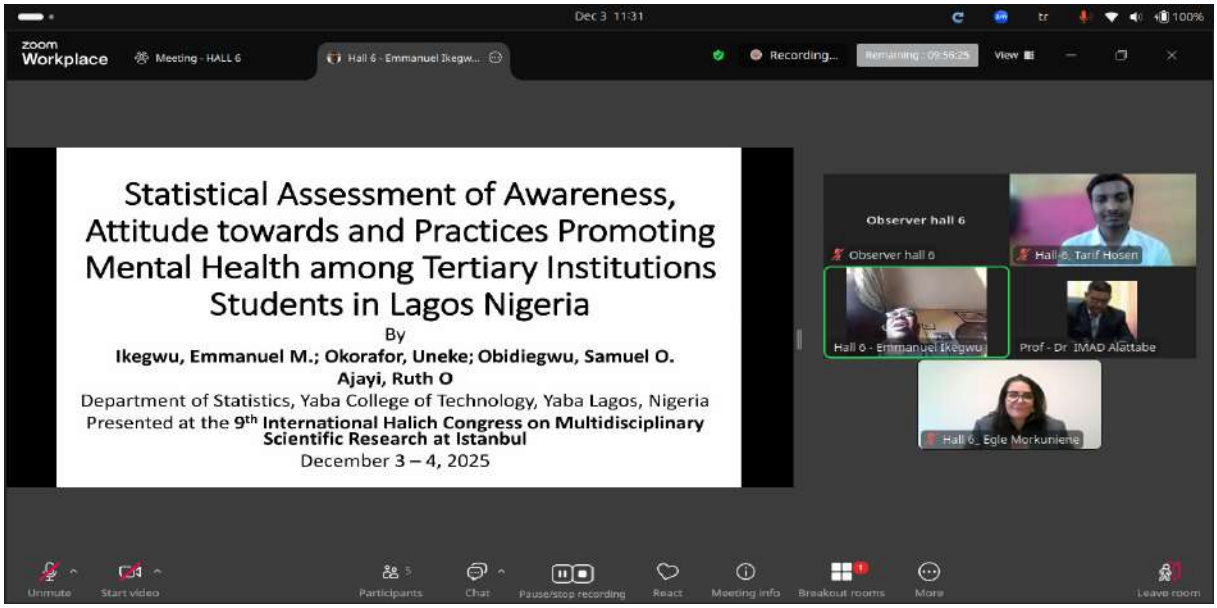
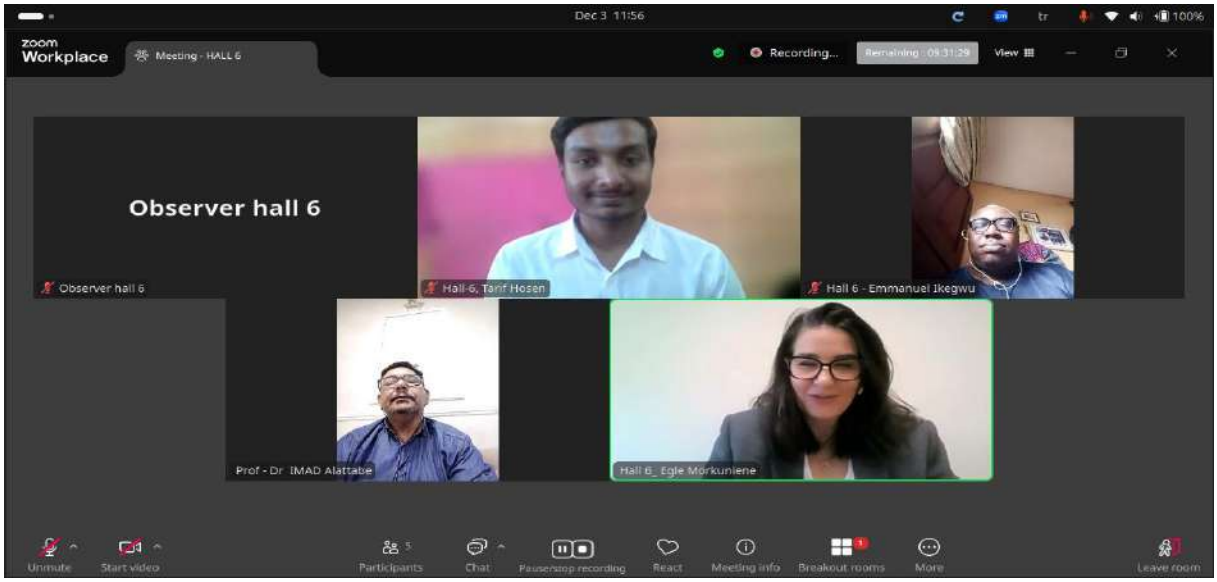


PHOTO GALLERY





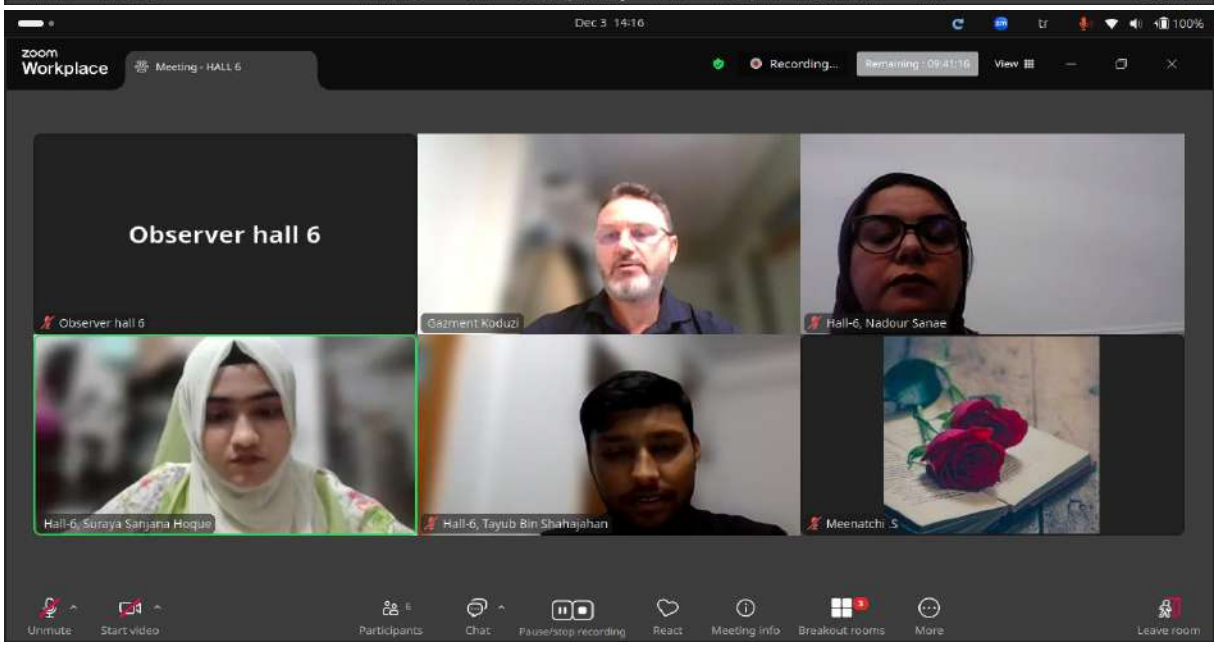
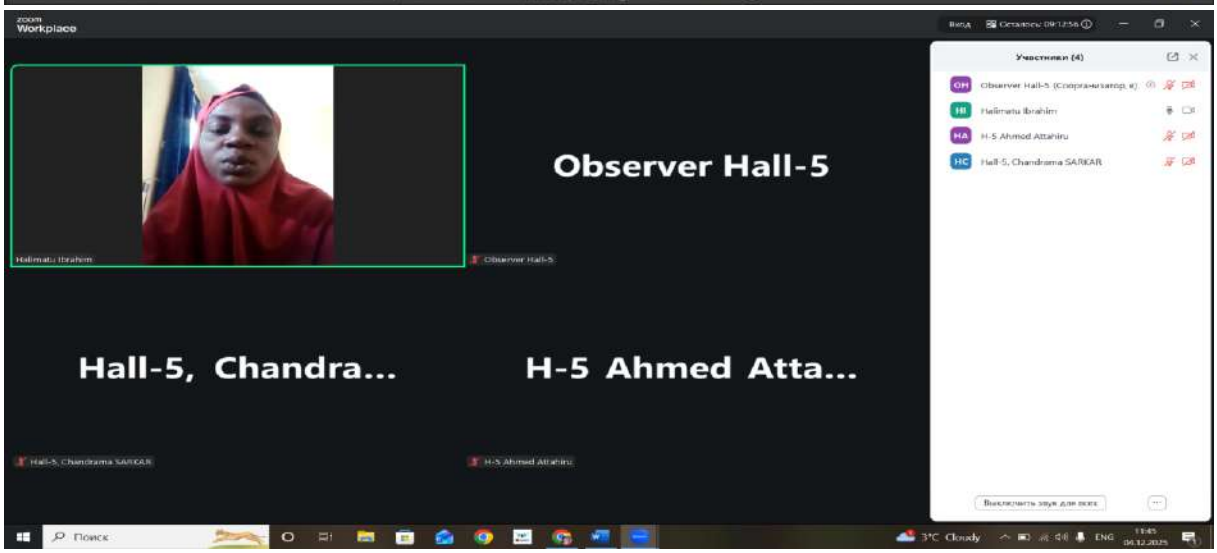


PHOTO GALLERY



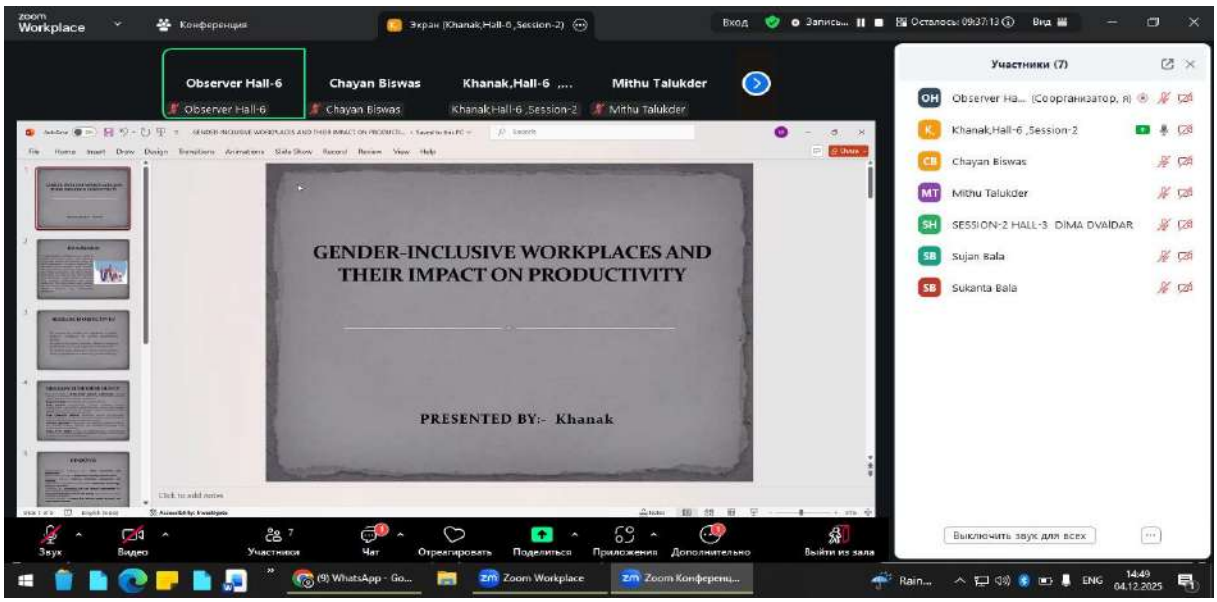
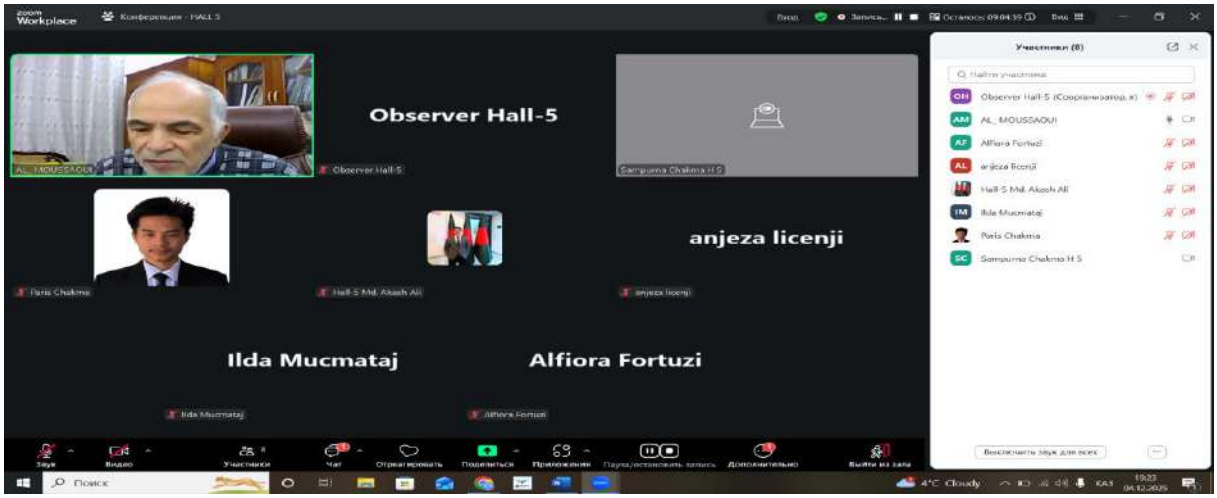
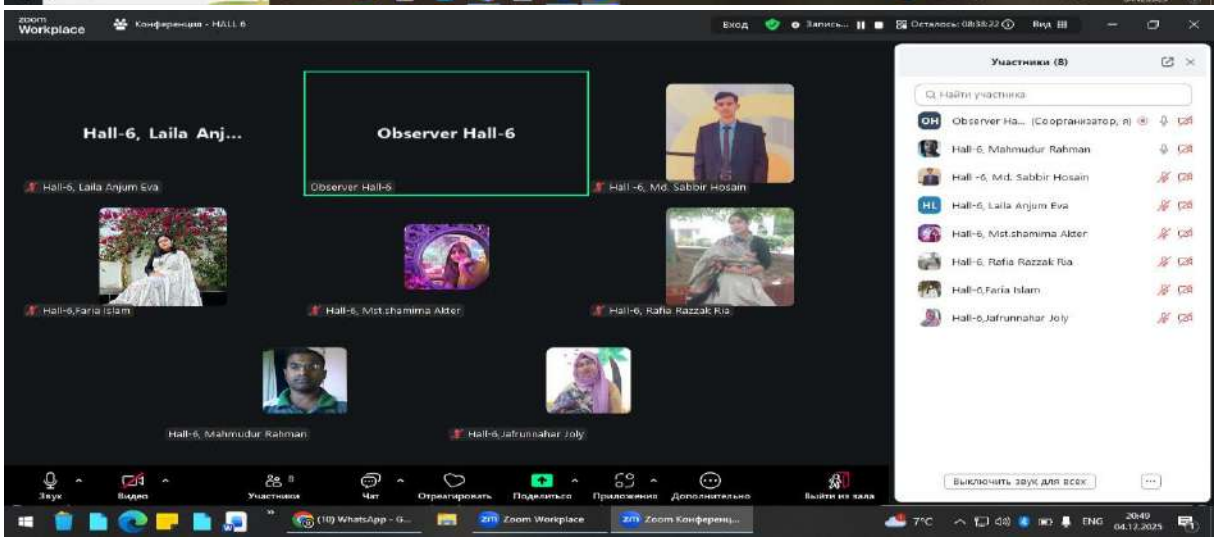


PHOTO GALLERY





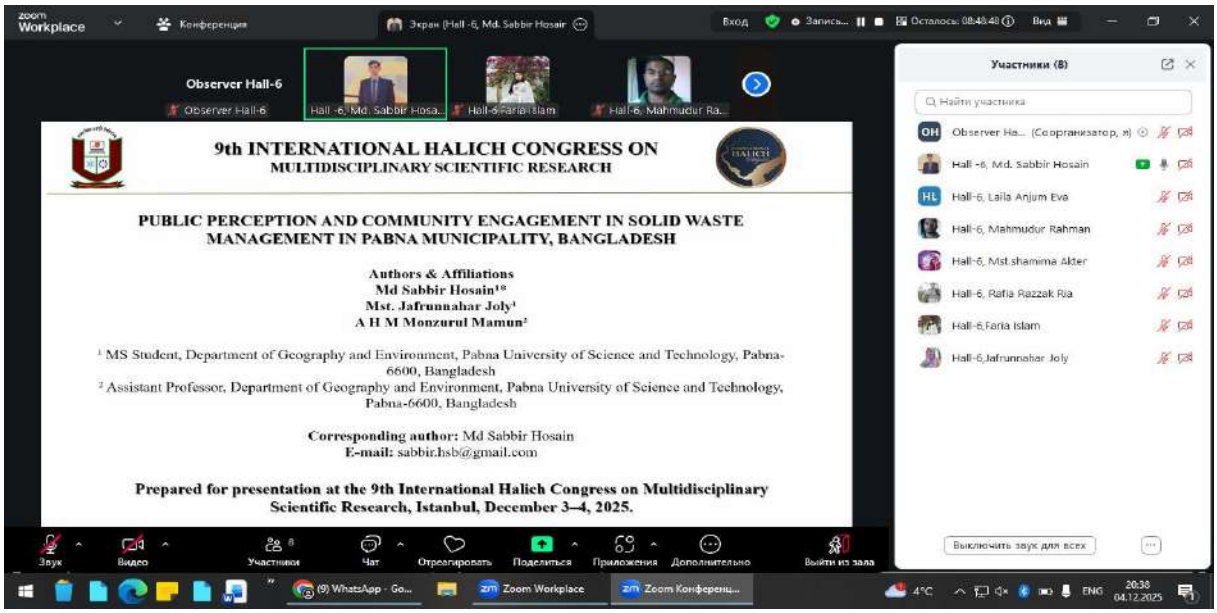


PHOTO GALLERY

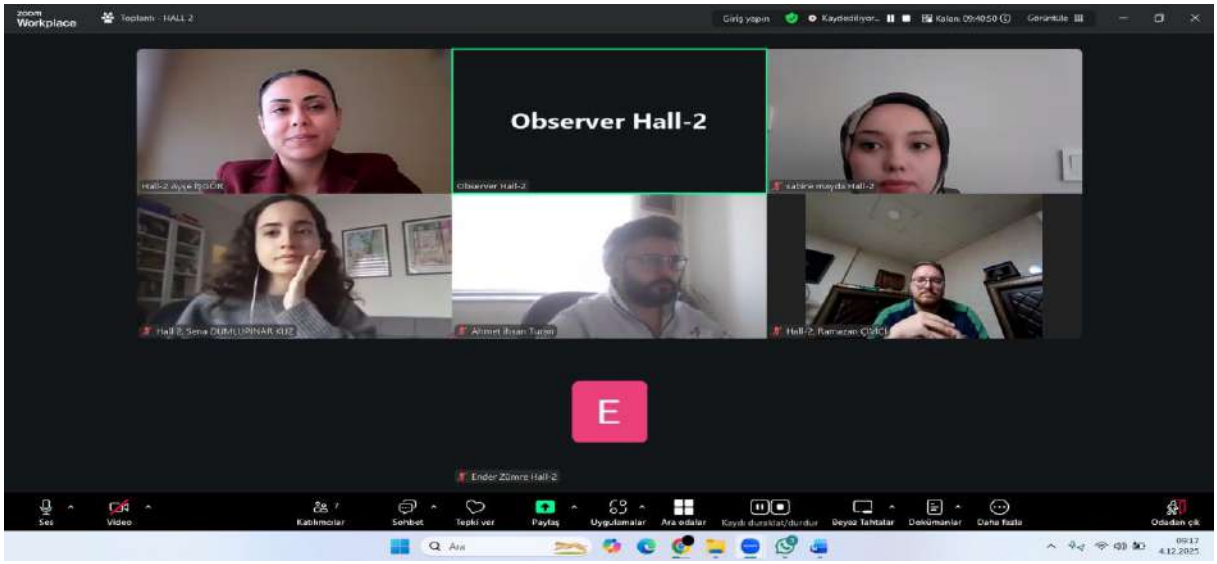
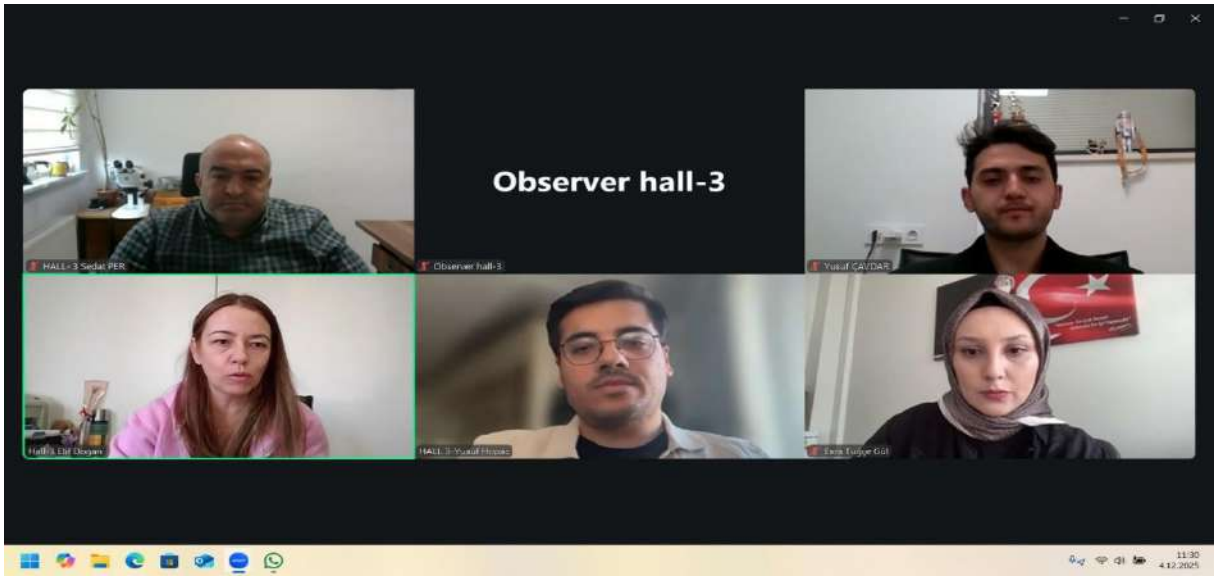


PHOTO GALLERY



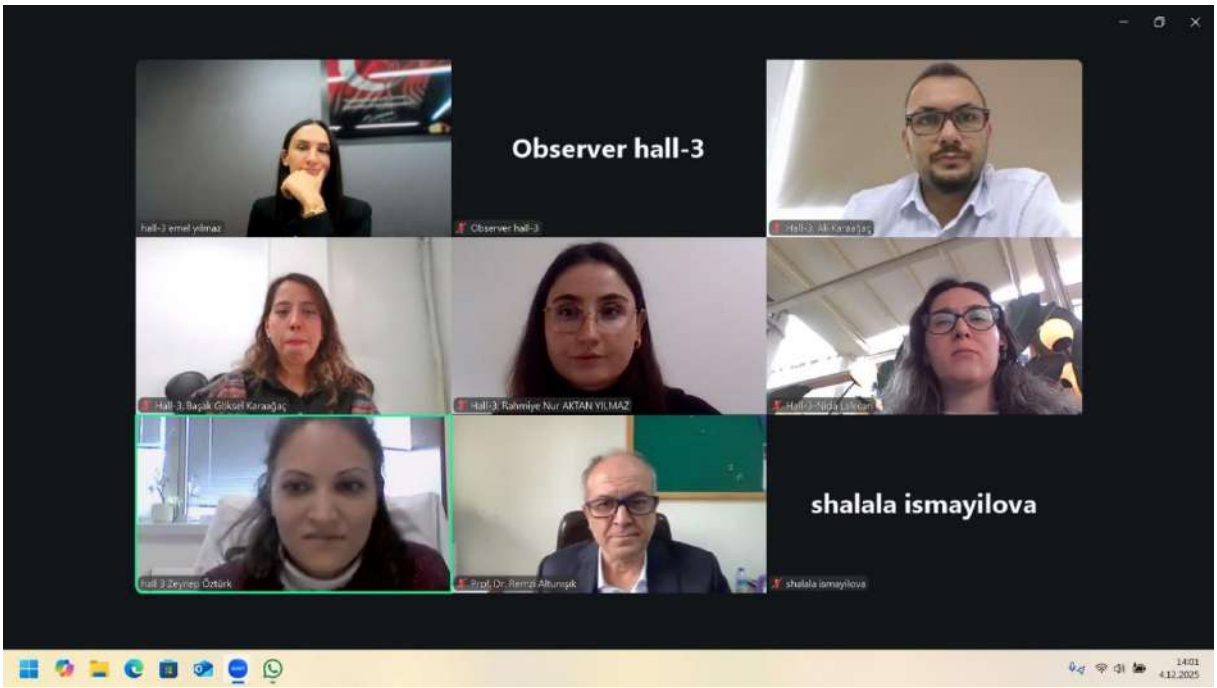
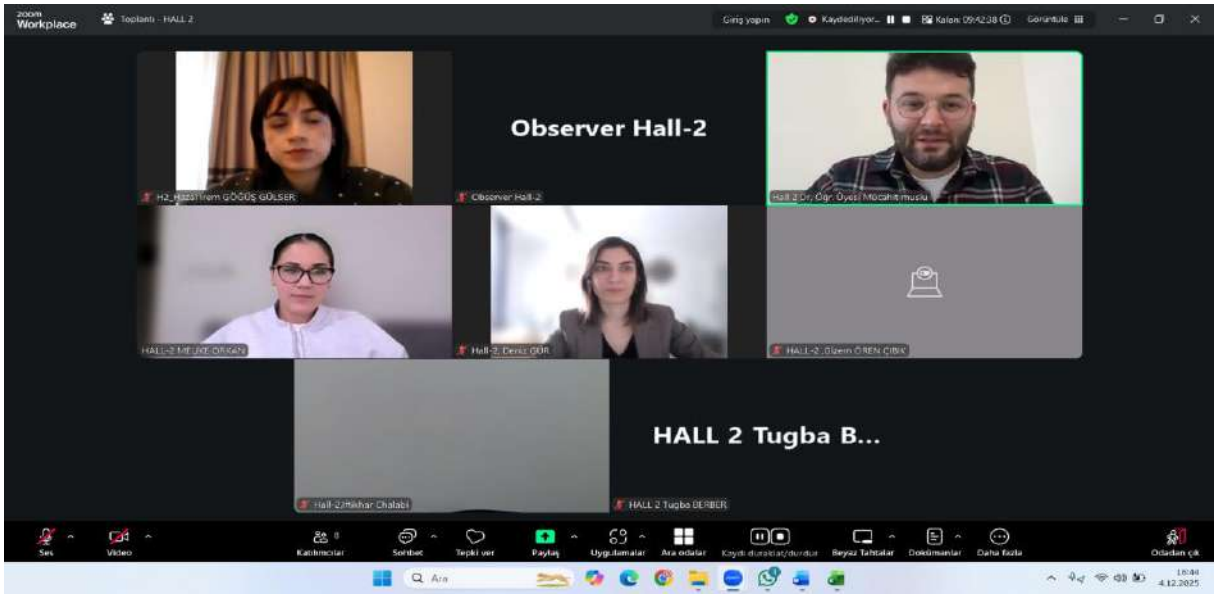


PHOTO GALLERY



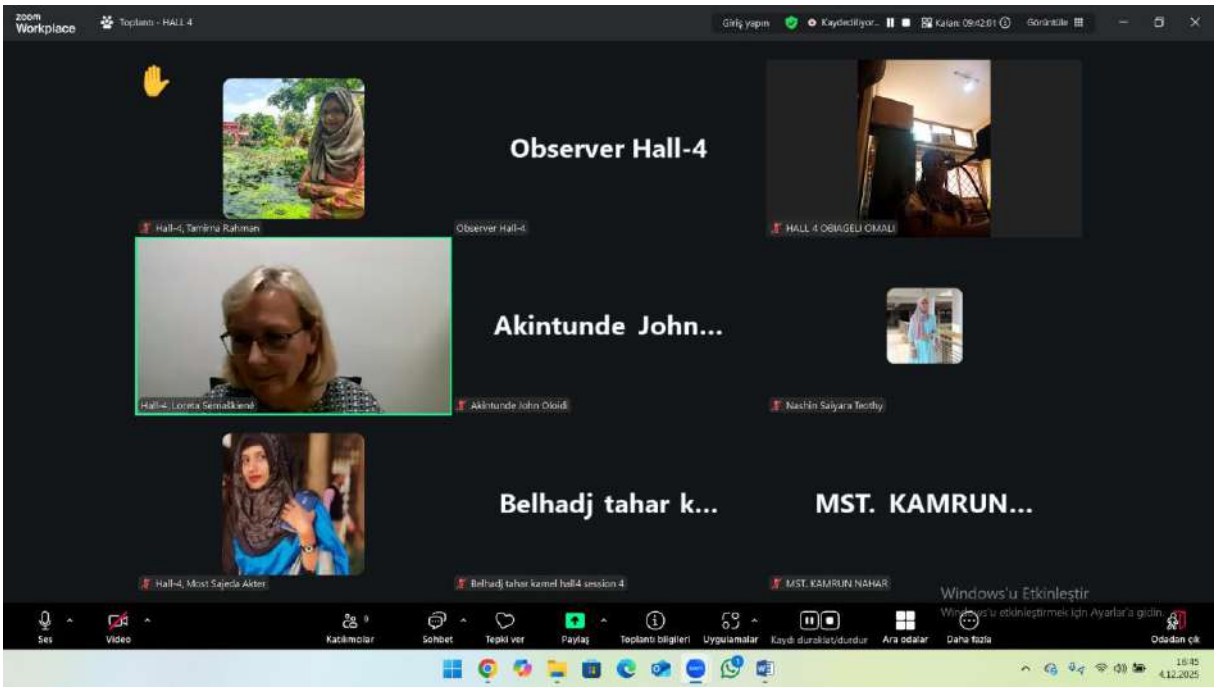
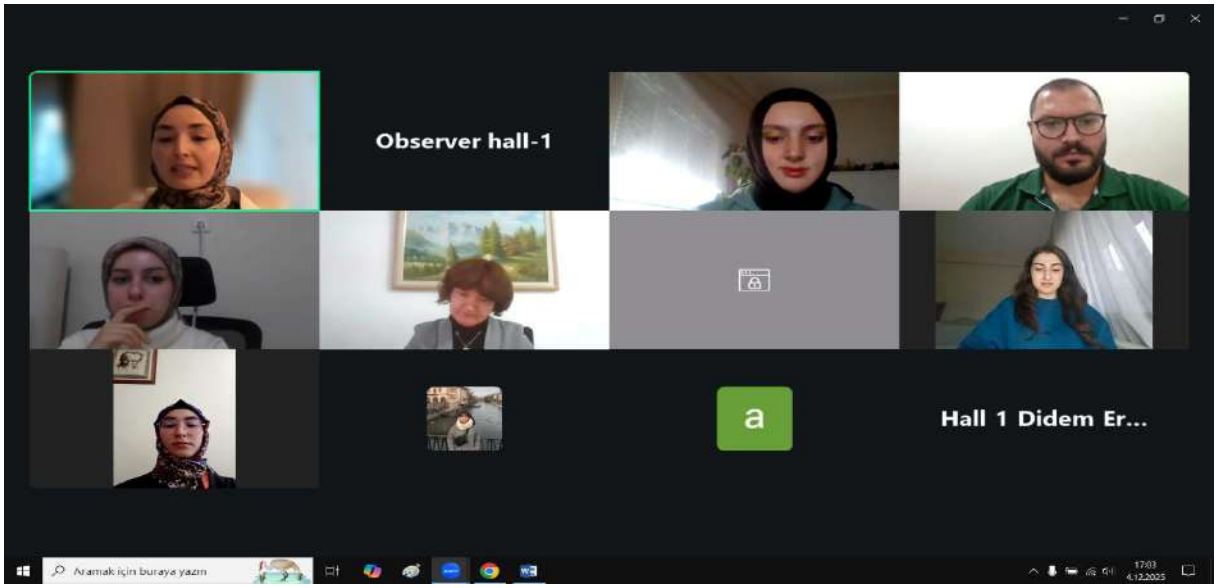
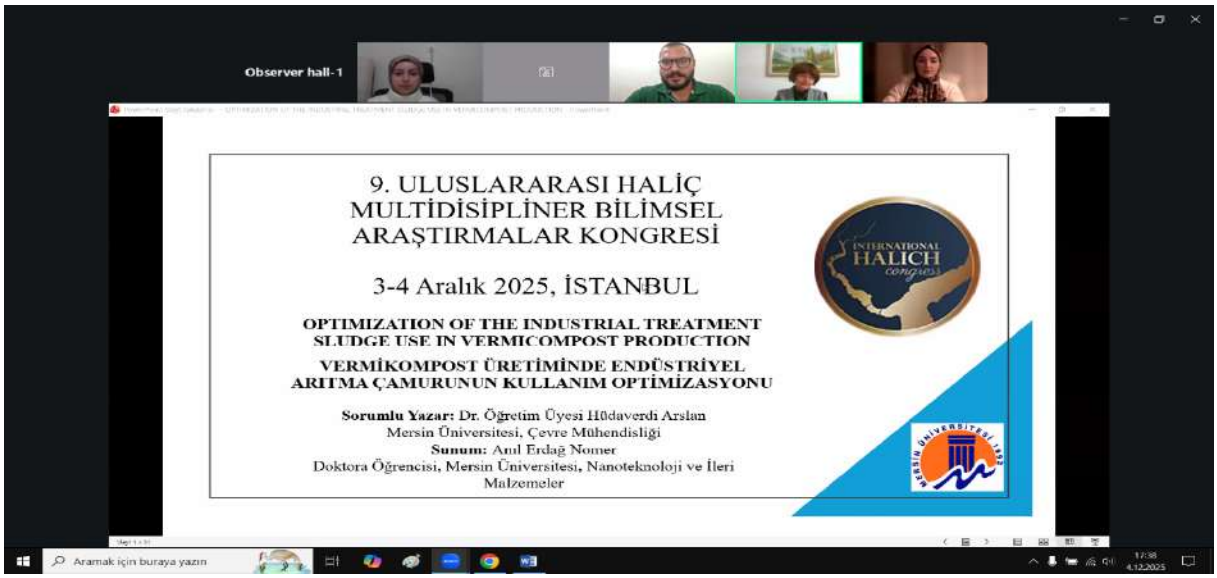


PHOTO GALLERY





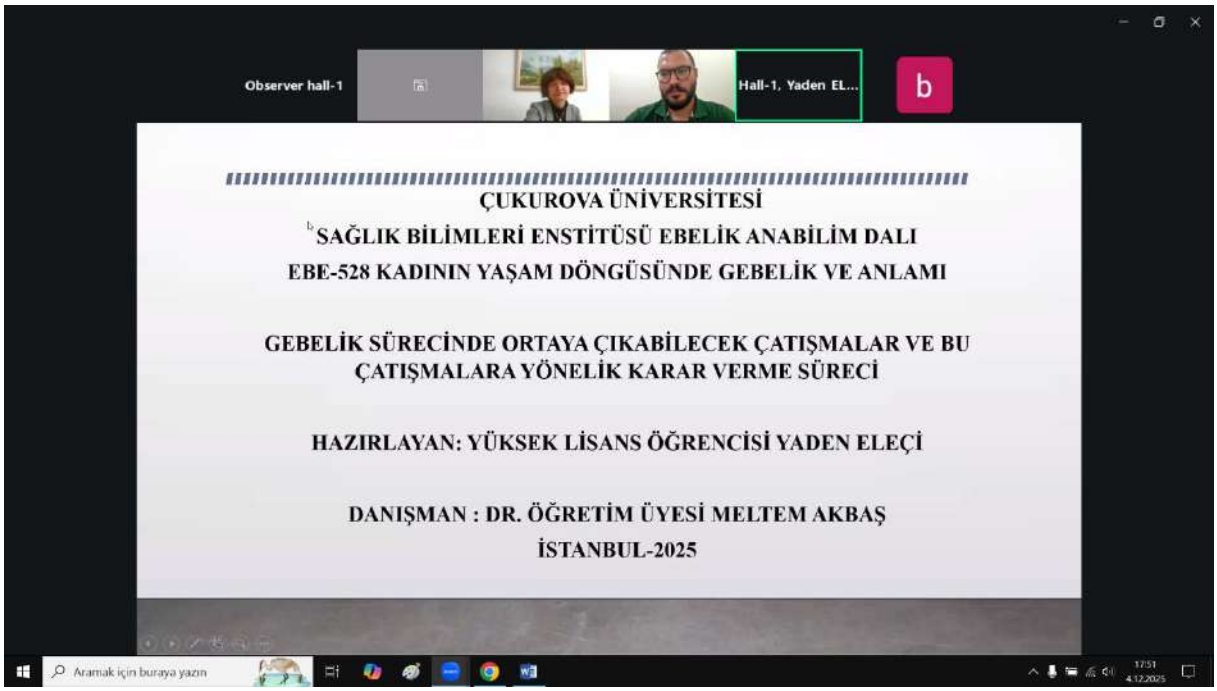
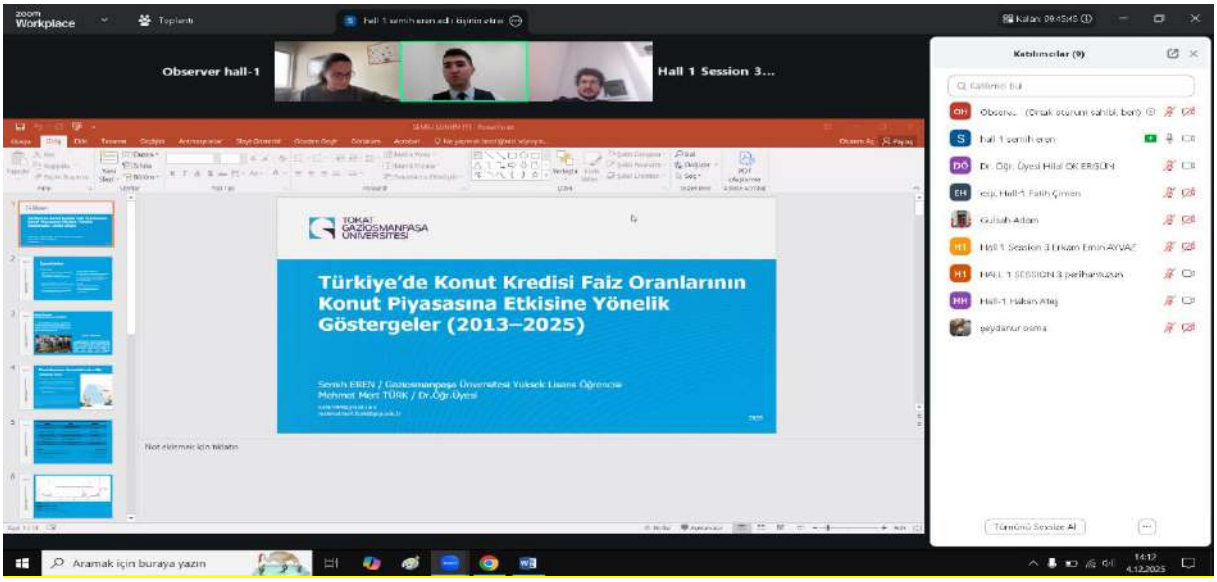


PHOTO GALLERY



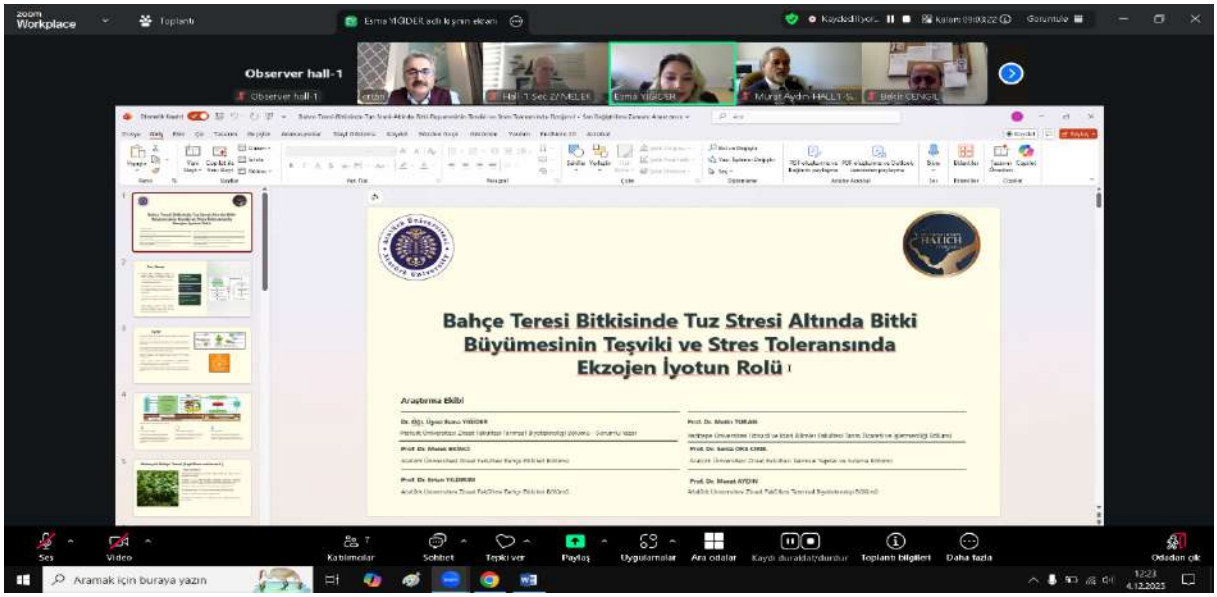
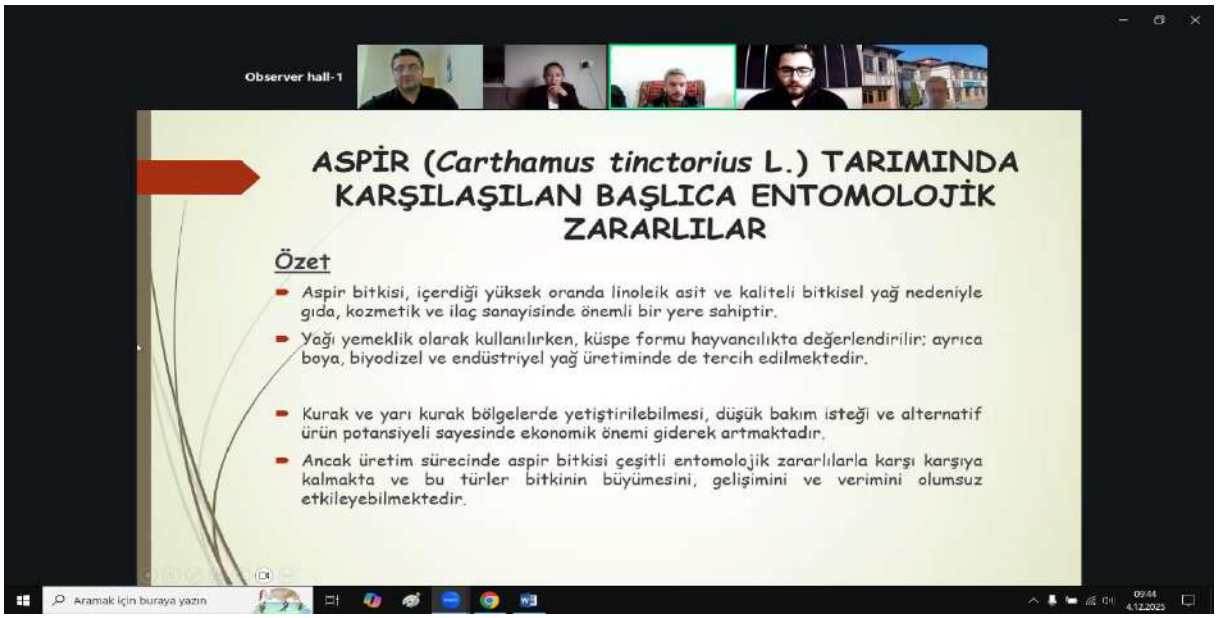


PHOTO GALLERY



9th INTERNATIONAL HALICH CONGRESS ON MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC RESEARCH

December 03-04, 2025 / Istanbul

CONGRESS PROGRAM

In-Person Presentations

VENUE: SORISSO HOTEL İSTANBUL (Kemal Paşa, Ordu Cd. No:60, 34134 Fatih/İstanbul)
Aksaray Tramvay İstasyonu'na 100m mesafededir

KONGRE KURALLARI

- ✓ Program bilimsel DİSİPLİNLER gözetilerek hazırlanmıştır. Lütfen programı dikkatlice kontrol ediniz. Programda çalışmanıza ilişkin eksiklik/hata olduğunu düşünüyorsanız en geç 2 Aralık tarihine kadar istanbulconferences@gmail.com adresi ile iletişime geçiniz. Programın yoğunluğu sebebiyle saat değişikliği taleplerinin karşılanamayacağını özellikle belirtmek isteriz.
- ✓ Her bir sunum için ayrılan süre 10 dk'dır. Bu sebeple sunumlarınızda temel kitabi bilgiler ve tanımları açıklamaktan kaçınarak yaptığınız çalışmanın özüne değininiz.
- ✓ Oturumun başlatılması, sunum sıralamasının belirlenmesi, soru cevap alınması, ara verilmesi oturumun kapatılması ve oturuma ilişkin tüm hususlarda Kongre Tüzel Kişiliği'ni temsilen Oturum Başkanları TAM YETKİLİDİR
- ✓ Katılım belgeleri, oturum sonunda Oturum Başkanları tarafından teslim edilecektir
- ✓ Kongre özet ve tam metin kitapları, kongre takviminde belirtilen süre içerisinde yayınlanacaktır. Kongreyle ilgili her konuda düzenleme ve yürütme kurulu üyelerimiz ile koordinatörlerimizin sizlere hizmet etmekten kıvanç duyacağını ayrıca belirtmek isterim.
- ✓ Çok değerli çalışmanızla kongremize katılarak katkıda bulunduğunuz için yürekten teşekkür ederim.

Düzenleme Kurulu Başkanı

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 09^{30}–11^{00} • Turkiye Time	• SESSION-1

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Mehmet ULUCAN		
Assoc. Prof. Dr. Mehmet ULUCAN Emel ÖZDEMİR	Fırat University	ASCEPTIC CONCEPTS IN THE EDIRNELI KAMİ DIVAN AND THEIR EVALUATION
Rima ABDUALIYEVA	Zhetysu University named after I. Zhansugurov	WOLFRAM ALPHA IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
MUKHASHEVA Meruert Bauyrzhanovna	Zhetysu University named after I. Zhansugurov	MODERN RESEARCH ON THE USE OF ROBOTICS IN INCLUSIVE EDUCATION: ANALYSIS OF SCIENTIFIC SOURCES
Büşranur YALÇIN	Murat Hudavendigar Anatolian Imam Hatip High School	TRACES OF WESTERNIZATION IN EVERYDAY LIFE IN ISTANBUL DURING THE CRIMEAN WAR
Dr. Gülsüm MEÇO	İstanbul 29 Mayıs University	TECHNOLOGY INTEGRATION IN TEACHING ARABIC AS A SECOND LANGUAGE WITH THE AUTIM MODEL: SCENARIO DESIGNS BASED ON MULTIPLE DIGITAL TOOLS

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 11^{00}–12^{30} • Turkiye Time	• SESSION-2

HEAD OF SESSION:		
Arif Kaan UĞUŞ Asst. Prof. Dr. Mehmet Taciddin AKÇAY	Haliç University	ARTIFICIAL INTELLIGENCE-ENHANCED RELAY SYSTEMS FOR DYNAMIC PROTECTION OF THREE PHASE INDUCTION MOTORS
Barış ÖZDEMİR Asst. Prof. Dr. Mehmet Taciddin AKÇAY	Haliç University	A RISK-BASED APPROACH TO REDUCING LLM HALLUCINATIONS IN CYBERSECURITY: THE LLM-HRM FRAMEWORK
Mesut SANİ Umut COŞGUN Assoc. Prof. Dr. Ahmet FEYZİOĞLU	Kor Metal A.S. Marmara University	DEVELOPMENT OF A DEBURRING FIXTURE FOR THE PRODUCTION OF DRUM SUPPORT COMPONENTS MANUFACTURED ON HIGH-PRESSURE DIE CASTING MACHINES
Res. Asst. Bilge Nur GUNES Hande AYDİN DEMİRCİ Prof. Dr. Huseyin Selcuk KİLİC	Marmara University	IDENTIFICATION AND PRIORITIZATION OF SPAM CALL FACTORS USING FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (FAHP)
Batuhan GÖÇEN	Korkmaz Kitchenware Industry and Trade Inc.	A STUDY ON DRIPPING ISSUES in HOUSEHOLD BEVERAGE BREWING and PREPARATION TOOLS

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 12^{30}–14^{00} • Turkiye Time	• SESSION-3

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Mahmut TUĞLUER		
Rumeysa GÖRENTAŞ CANİŞ Assoc. Prof. Dr. Hale DEMİR KAYAN	Dicle University	DEVELOPMENT OF OFFICE BUILDINGS IN THE URBAN MORPHOLOGY OF VAN PROVINCE: A STUDY OF CONSTRUCTION PERIODS
Hatice BAL Assoc. Prof. Dr. Hale DEMİR KAYAN	Dicle University	FROM TRADITIONAL RITUAL TO URBAN SPACE: THE RESHAPING OF CONDOLENCE (TAZIYE) CULTURE IN DIYARBAKIR
Elif ÇOBAN Prof. Dr. Fatma Ayçim TÜRER BAŞKAYA	İstanbul Technical University	COASTAL LAW AND PLANNING DYNAMICS IN HALİÇPORT: AN EIA-BASED EVALUATION
Fatma Özsel ÖZCAN Asst. Prof. Dr. Mahmut TUĞLUER	Haliç University Kahramanmaras Sutcu Imam University	EFFECTS OF PLANT SELECTION IN EDIBLE LANDSCAPES ON HEALTHY NUTRITION AND SUSTAINABILITY
Asst. Prof. Dr. Mahmut TUĞLUER Fatma Özsel ÖZCAN	Kahramanmaras Sutcu Imam University Haliç University	EVALUATION OF EDIBLE LANDSCAPES IN URBAN AREAS IN TERMS OF FOOD SAFETY

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 14^{00}–15^{30} • Turkiye Time	• SESSION-4

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Mehmet Ali SALIK		
Nazlı Meltem KÜNİ	Istanbul Nişantaşı University	HEALTH EFFECTS OF GREEN TEA
Kübra TAŞ	Istanbul Nişantaşı University	THE EFFECT OF MATCHA TEA ON HEALTH
Asst. Prof. Dr. Mehmet Ali SALIK Ümit SALIK Songül GÜLER	Bingöl University Besiktas Anatolian High School	THE CITY WHERE CULTURE, ART, AND FLAVOR MEET – ERZİNCAN: GEOGRAPHICAL INDICATION REGISTERED PRODUCTS
Asst. Prof. Dr. Mehmet Ali SALIK	Bingöl University	THE BLACK PEARL OF ERZİNCAN: A REVIEW ON THE QUALITY CHARACTERISTICS AND BIOACTIVITY OF THE GEOGRAPHICALLY INDICATED “CİMİN ÜZÜMÜ (GRAPE)”
Assist. Prof. Dr. Derya ÇETİNTÜRK Postdoctoral Researcher Emre BARLAS Prof. Dr. Nuri YİĞİT	Ankara University	PROVIDING THE MITOGENOME CHARACTERISTICS OF MYOTIS DAUBENTONII (KUHL 1817) (DAUBENTON’S BAT)

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 15^{30}–17^{00} • Turkiye Time	• SESSION-5

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Yunus ADIGÜZEL		
Asst. Prof. Dr. Yunus ADIGÜZEL	İstanbul 29 Mayıs University	THE RELATIONSHIP BETWEEN PERCEIVED ORGANIZATIONAL SUPPORT AND PSYCHOLOGICAL SAFETY IN HEALTHCARE INSTITUTIONS: A LITERATURE-BASED EVALUATION
Res. Asst. Sümeyra SEZER KAPLAN Prof. Dr. Canan HAMURKAROĞLU Asst. Prof. Dr. Nazan DANACIOĞLU	Karabuk University Sinop University	EXAMINING THE RELATIONSHIPS BETWEEN CURIOSITY, MATHEMATICS SELF-EFFICACY, SOCIOECONOMIC STATUS, AND MATHEMATICS ACHIEVEMENT USING STRUCTURAL EQUATION MODELING BASED ON PISA 2022 DATA
Zeynep GÜRBÜZ Prof. Dr. Selçuk KOÇ	Kocaeli University	EXPECTATIONS OF WAGE INEQUALITY BETWEEN MEN AND WOMEN: THE KOCAELI UNIVERSITY STUDENTS SAMPLE
Okan SEMİZ Prof. Dr. Selçuk KOÇ	Kocaeli University	AN ANALYSIS OF POVERTY AMONG UNIVERSITY STUDENTS THROUGH INCOME AND EXPENDITURE LEVELS: THE CASE OF KOCAELI UNIVERSITY
Naciye Solmaz KEŞİKÇİ Asst. Prof. Dr. Şermin ATAK ÇOBANOĞLU	Çanakkale Onsekiz Mart University	DIGITAL TWIN CITY APPLICATIONS FROM A SUSTAINABILITY PERSPECTIVE
Lec. Gizem ÇELEBİ Asst. Prof. Dr. Halime SUVAY EKER	İstanbul Okan University	DIGITAL INEQUALITY IN TURKEY FROM A GENDER PERSPECTIVE: THE IMPACT OF EDUCATION, INCOME, AND EMPLOYMENT

9th INTERNATIONAL HALICH CONGRESS ON MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC RESEARCH

December 3-4, 2025 / Istanbul

CONGRESS PROGRAM

Online and Face-to-face Participation

Meeting ID: 848 5448 4368

Passcode: 090909

https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=wMotAXTV9hPAbbpcV3tbQ4fp3Z6K0m.1

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to attend a meeting online, login via **https://zoom.us/join** site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

Before you login to Zoom please indicate your name_surname and HALL number:

exp. Hall-1, Shalini JAISWAL

Participant Countries: Turkiye, Azerbaijan, Kazakhstan, India, TRNC, Georgia, Iran, Nigeria, USA, North Macedonia, Spain, Morocco, Bangladesh, Albania, Pakistan, Algeria, Romania, Serbia, Lithuania, Indonesia, Republic of Moldova, Malaysia, Italy, Iraq, Lebanon, Vietnam

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-1 • SESSION-1

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Rukiye UZUN ARSLAN		
Burak ORUÇ Deniz Agehan KAHRAMAN Erdi ŞİRİN Assoc. Prof. Ayşe Nur ESEN Assoc. Prof. Esra UYAR	Istanbul Technical University Gazi University	DETERMINATION OF SELF-ATTENUATION CORRECTION FACTORS IN GAMMA SPECTROMETRY FOR CYLINDRICAL SAMPLE GEOMETRY
Res. Asst. Cem KATMA	Gebze Technical University	ELECTRONIC CONDUCTIVITY OF Mo_6X_6 NANOWIRES UNDER TENSILE, COMPRESSIVE, AND TORSIONAL STRAIN
Eyüp Can MAVİ Erdem AKBOY	Yıldız Technical University	ANALYSIS OF DUAL OUTPUT ZERO VOLTAGE SWITCHING FULL BRIDGE DC-DC CONVERTER
Res. Asst. Dr. Utku Cem KARABULUT	Bandırma Onyedi Eylül University	DOUBLE BODY FLOW SIMULATIONS WITH A BULK CARRIER AT MODEL SCALE AND FULL-SCALE
Res. Asst. Dr. Utku Cem KARABULUT	Bandırma Onyedi Eylül University	DERIVATION OF SEVEN PARAMETER MATHEMATICAL HULL FORMS
Res. Asst. Mert BASANÇELEBİ Asst. Prof. Dr. İrem ŞENYER YAPICI Assoc. Prof. Dr. Rukiye UZUN ARSLAN	Zonguldak Bülent Ecevit University	A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK-BASED APPROACH FOR THE AUTOMATIC DIAGNOSIS OF PLANT LEAF DISEASES
Res. Asst. Mert BASANÇELEBİ Asst. Prof. Dr. İrem ŞENYER YAPICI Assoc. Prof. Dr. Rukiye UZUN ARSLAN	Zonguldak Bülent Ecevit University	A HYBRID ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODEL BASED ON HOPFIELD AND ELMAN NETWORKS FOR THE DETECTION OF VENTRICULAR PREMATURE BEATS

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-2 • SESSION-1

HEAD OF SESSION: Lec. Kaan DÜZDEMİR		
Orçun Çalışkan, PhD	Tbilisi State University	THE DEMOCRATIC PRECEDENT OF 1918–1921: THE FIRST GEORGIAN REPUBLIC AND THE IDEOLOGICAL FOUNDATIONS OF EUROPEAN INTEGRATION
Orçun Çalışkan, PhD	Tbilisi State University	DEMOCRATIC CONSOLIDATION OR EROSION? POLITICAL CHANGE AND SYSTEMIC POLARIZATION UNDER GEORGIAN DREAM
Lec. Kaan DÜZDEMİR	Girne American University	ANALYSIS OF THE RIGHT TO PROPERTY IN THE CONTEXT OF CONCRETE DECISIONS OF THE EUROPEAN COURT OF HUMAN RIGHTS
Lec. Kaan DÜZDEMİR	Girne American University	THE THREATS OF DEEPFAKE CONTENTS REGARDING THE PERSONAL RIGHTS: AN ANALYSIS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE CONSTITUTION OF REPUBLIC OF TURKEY
Res. Asst. Dr. Furkan ÖZDEMİR	Çukurova University	A LAW COMPLIANCE REASON SPECIFIC TO SPORTS LAW: PARTICIPATION WITH ACCEPTANCE OF RISK
MERVE AYDIN	Altınbaş University	TRANSITION TO SEPARATE PROPERTY BY COURT ORDER AND ITS LEGAL CONSEQUENCES
Assoc. Prof. Dr. Seyfi KILIÇ Mehmet BOZTEPE	Süleyman Demirel University	POLITICAL DISCOURSE IN THE POST-TRUTH ERA: A DISCOURSE ANALYSIS OF THE 2024 U.S. PRESIDENTIAL DEBATE (HARRIS-TRUMP) IN THE CONTEXT OF DEMOCRACY

Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 090909

https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=wMotAXTV9hPAbbpcV3tbQ4fp3Z6K0m.1

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-3 • SESSION-1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Muhittin Eliaçık		
Qurbanova Dürdanə Səyyaf qızı	Mingachevir State University	NEW METHODS, NEW TECHNOLOGIES IN TEACHING ENGLISH: TEACHING PRONUNCIATION
Mehmet KESKİN	Ministry of Education	A DIDACTIC LOOK AT NÂBÎ'S HAYRIYYE IN THE CONTEXT OF THE TURKISH CENTURY EDUCATION MODEL
Lec. Zeynep Daşer	Atatürk University	EFL LEARNERS' FOREIGN LANGUAGE CLASSROOM ANXIETY: DOES GENDER MATTER?
Prof. Dr. Muhittin Eliaçık	Kırıkkale University	A QUESTION-ANSWER TREATISE BY AN UNKNOWN QADI AUTHOR
Prof. Dr. Muhittin Eliaçık	Kırıkkale University	THE TRADITION OF OTTOMAN JUDGES WRITING WORKS FOR APPOINTMENT
Lec. Dr. Cansu AVCI	Marmara University	THE PERCEPTION OF SPACE IN ANNIE ERNAUX'S NOVEL A WOMAN'S STORY
Prof. Dr. Erkan FİDAN	Bilecik Seyh Edebali University	CONTEMPORARY APPROACHES AND METHODOLOGICAL ADVANCES IN ARCHAEOLOGICAL SURFACE SURVEYS
Prof. Dr. Erkan FİDAN	Bilecik Seyh Edebali University	METHODOLOGICAL APPROACHES AND SCIENTIFIC DOCUMENTATION IN ARCHAEOLOGICAL EXCAVATIONS

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-4 • SESSION-1

HEAD OF SESSION: DR CHUKWUEMEKA G. EME		
Ramadoss Aksshaya Dr. Jayasree Krishnan	VELS Institute of Science, Technology and Advanced Studies (VISTAS)	REDEFINING WORK AND WORKFORCE IN THE DIGITAL ERA: IMPACTS OF HYBRID WORK
DR CHUKWUEMEKA G. EME, PhD	National Open University of Nigeria	IMPACT OF RURAL-URBAN MIGRATION OF YOUTHS ON SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF NIGERIA (EMPIRICAL EVIDENCE FROM ABIA STATE, NIGERIA)
Dr. Vidya Sunil Kadam Ms. Puja Patil Ms. Anjali Jadhav	Rajarambapu Institute of Technology	BRIDGING PERCEPTION AND PRACTICE: BEHAVIORAL FACTORS IN SOLAR ENERGY ADOPTION AMONG RURAL RESIDENTS OF WALWA TALUKA
DR CHUKWUEMEKA G. EME, PhD	National Open University of Nigeria	QUALITY MANAGEMENT PRACTICES AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE, AND CUSTOMER SATISFACTION IN SMALL & MEDIUM-SIZED ENTERPRISES (SMEs) IN NIGERIA
Dr. Vidya Sunil Kadam Ms. Dhanashri Nagappa Chandkoti Ms. Vaishnavi Manik Salgar	Rajarambapu Institute of Technology	SOCIO-BEHAVIORAL DYNAMICS INFLUENCING SOLAR ENERGY ADOPTION IN THE RURAL CONTEXT OF WALWA TALUKA, SANGLI
DR CHUKWUEMEKA G. EME, PhD	National Open University of Nigeria	ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE NIGER-DELTA-REGION OF NIGERIA- A CASE OF OGONI-LAND
Elmira Azizi Norouzabadi Pegah Ghorbanpour	University of Tabriz	DIGITALIZATION OF DECISION-MAKING PROCESSES AND TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY IN LARGE-SCALE ENTERPRISES: A COMPREHENSIVE REVIEW OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL EVIDENCE
Fatima Bint Hassan Zainab Hassan Abdulazeez Musa Salamatu Abdulkadir Kasim	Niger State Polytechnic	STRENGTHENING WOMEN'S ENTREPRENEURSHIP FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN BIDA LOCAL GOVERNMENT AREA OF NIGER STATE

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-5 • SESSION-1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Ananda Majumdar		
Zakia Hussaini	Ahlul Bayt International University	THE ROLE OF WOMEN'S HANDICRAFTS IN ATTRACTING DOMESTIC TOURISTS IN AFGHANISTAN: A CASE STUDY OF BAMIYAN, GHAZNI, AND HERAT
Prof. Dr. Ananda Majumdar	Harvard University	THE LEGACY OF ALFRED THE GREAT: MILITARY INNOVATIONS AND CULTURAL UNIFICATION IN EARLY MEDIEVAL ENGLAND
Pëllumb Hidri Assoc. Prof. Dr. Blendi Lami Prof. Dr. Kristaq Xharo	---	IN THE SHADOWS OF HISTORY: HOW IDENTITIES SHAPE HUMAN SECURITY POLICIES IN THE WESTERN BALKANS
Mst.Shamima Islam	Khulna University	FROM DISPLACEMENT TO CULTIVATION: HISTORICAL TRAJECTORIES OF AGRARIAN ADAPTATION AMONG ROHINGYA REFUGEES IN COX'S BAZAR (1978–2025)
Assistant Professor Dr. Violla Makhzoum Maria Bdadouni Abdel Nour	Islamic University of Lebanon (IUL)	CURRICULUM DEVELOPMENT TO ENHANCE STUDENTS' ALGORITHMIC THINKING SKILLS IN THE ERA OF DIGITAL TRANSFORMATION
Bui Hoang Tan Le Thi Minh Thu	Can Tho University (Vietnam)	POLITICS AND STATE INSTITUTIONS UNDER THE LY DYNASTY: POWER STRUCTURE AND ADMINISTRATIVE ORGANIZATION
Le Thi Thuy Huong Bui Hoang Tan	Can Tho University (Vietnam)	THE ENDURING VALUE OF HO CHI MINH'S IDEOLOGY IN THE CONTEMPORARY ERA
Mihaela-Corina Bucur	University of Bucharest	THE PERMANENCE OF THE DECALOGUE IN THE CONTEXT OF TRANSITORY AND PERMANENT LAW: A THEOLOGICAL AND LEGAL APPROACH
Mihaela-Corina BUCUR	Romanian Society of Victimology 'Carol Davila' Post-secondary Health School Asanka Sante Medical Center	DRUG POLICY DIVERGENCE: ROMANIA'S PUNITIVE REFORM VERSUS THE EUROPEAN UNION PUBLIC HEALTH MODEL

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-6 • SESSION-1

HEAD OF SESSION: Prof Mamta Sharma		
Migena Kecaj (Selçetaj) Rina Muka (Gera)	University "Luigj Gurakuqi"	BUILDING SENSE OF COMMUNITY IN MIDDLE SCHOOL EDUCATION
Prof Mamta Sharma Prof Sandeep K Sharma	KM College, University of Delhi Rajdhani College, University of Delhi	INNOVATIVE TEACHING PARADIGMS FOR GENERATION Z IN INDIAN HIGHER EDUCATION: BRIDGING TRADITION AND TECHNOLOGY UNDER NEP 2020
Mihaela Corina Bucur	'Carol Davila' Post-secondary Health School Romanian Society of Victimology	REDEFINING THE TEACHING-LEARNING PARADIGM THROUGH DIGITAL AND BLENDED STRATEGIES
Lec. Svetlana Apachița	Academy of Economic Studies of Moldova	STRATEGIES TO INCREASE MOTIVATION IN LEARNING MULTIPLE FOREIGN LANGUAGES
Kadyrova Gulnur Makhsatkhankyzy Kypshakbaeva Aigerim Kuanyshbekkyzy	S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University Kazakh National Academy of Choreography	ENHANCING LEARNERS' GRAMMAR PROFICIENCY WITH THE HELP OF INFORMATION AND TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES IN ENGLISH EDUCATION
Jubaed Zauhar Nishat	North South University	EXPLORING TERTIARY STUDENTS' PERCEPTIONS REGARDING THE USE OF AI CHATBOTS IN THE DEVELOPMENT OF SPEAKING FLUENCY
Mekonnen Worku (Ph.D. candidate)	Jimma University	THE PRACTICE OF CONTINUOUS PROFESSIONAL DEVELOPMENT FOR TEACHERS' INSTRUCTIONAL QUALITY IN ETHIOPIA SECONDARY SCHOOLS FOCUSED IN OROMIA REGION WOLISO TOWN
ASABE EDWARD BASH (Ph.D.) CHRISTIANA DARIP DALOK	University of Jos	EFFECTS OF PERSONALISED LEARNING METHOD ON THE ACHIEVEMENT OF STUDENTS IN JOS NORTH LOCAL GOVERNMENT AREA, PLATEAU STATE, NIGERIA
Dr. Tahir Qureshi Dr. Mohammad Owais Farooqui Dr. Dhananjay Kumar Mishra	Hyderabad Campus Symbiosis International (Deemed University) University of Sharjah	INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS IN OUTER SPACE: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN THE NEW SPACE AGE

Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 090909

https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=wMotAXTV9hPAbbpcV3tbQ4fp3Z6K0m.1

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-1 • SESSION-2

HEAD OF SESSION: Lec. Dr. Devran BENGÜ		
Sude BIÇKICI	Hasan Kalyoncu University	THE TRANSFORMATION OF DETACHED HOUSING TYPES FROM PAST TO PRESENT IN GAZIANTEP WITHIN THE SCOPE OF CULTURAL SUSTAINABILITY
Tuğçe KARALAR ÖZLÜ Prof. Dr. Dilek AKBULUT	Gazi University	EVALUATION OF THE USE AND EFFECTS OF DIGITAL TOOLS IN INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION: A MIXED METHOD STUDY ON STUDENT EXPERIENCES
Melis Nur YILDIZ	Hasan Kalyoncu University	THE ROLE OF POPULAR CULTURE IN SUSTAINABLE INTERIOR DESIGN: THE CASE OF GAZIANTEP CAFES
Lec. Dr. Devran BENGÜ	İstanbul Kent University İstanbul Medipol University	FROM THE SPATIALITY OF SOCIAL CAPITAL TO DESIGN NORMS: A CONTEXT-SENSITIVE ANALYTICAL PROTOCOL
Asst. Prof. Dr. Leyla KADERLİ Assoc. Prof. Dr. Ali İhsan ÇELİK Hanife BÜYÜKÇEKİÇ Sena KIRMIZITAŞ Reyhan Meltem DEMİRTAŞ Abdullah YILDIZ	Erciyes University Kayseri University	THE EFFECT OF GOAT HAIR ADDITION ON STRUCTURAL BEHAVIOR IN HYDRAULIC LIME AND TILE DUST BASED ROMAN MORTARS FOR RESTORATION PURPOSES
Assoc. Prof. Dr. Ali İhsan ÇELİK Asst. Prof. Dr. Leyla KADERLİ Hanife BÜYÜKÇEKİÇ Sena KIRMIZITAŞ Reyhan Meltem DEMİRTAŞ Abdullah YILDIZ	Kayseri University Erciyes University	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FLAX FIBER, GOAT HAIR AND GLASS FIBER REINFORCEMENTS ON KHORASAN MORTARS CONTAINING HYDRAULIC LIME BINDER TILE DUST AND MARBLE DUST

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-2 • SESSION-2

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Ayşe ASİLTÜRK		
Res. Asst. Dr. Ayşe Nur Uslu	Karabuk University	INTERCULTURAL MEAL SHARING AND RITUAL PRACTICES: A COMPARATIVE STUDY OF ETHNIC CULINARY TRADITIONS
Res. Asst. Dr. Ayşe Nur Uslu	Karabuk University	SOCIAL AND CULTURAL IMPLICATIONS OF MODERN HEALTHY EATING TRENDS: A SYSTEMATIC REVIEW
Seyfullah HANCIOĞLU Assoc. Prof. Dr. İsmail DURAK	Duzce University	THE EFFECT OF INTEREST RATES AND INFLATION (PPI AND CPI) ON BORSA ISTANBUL SECTOR RETURNS: AN EMPIRICAL ANALYSIS
Seda Nur BİLGİN SANAÇ Assoc. Prof. Dr. Nurcan YÜCEL	Fırat University	ANALYSIS OF VISUALS BELONGING TO A EVE COSMETIC BRAND USING THE EYE-TRACKING METHOD
Assoc. Prof. Dr. Ayşe ASİLTÜRK	Trabzon University	TÜRKİYE'S POSITION IN THE WORLD DIGITAL COMPETITIVENESS RANKING
Assoc. Prof. Dr. Ayşe ASİLTÜRK	Trabzon University	ADAPTING TO DIGITALIZED BUSINESS LIFE: NEW TECHNOLOGIES AND EXPECTATIONS FROM GRADUATES
Asst. Prof. Dr. İsmail Çağrı DOĞAN	Ankara Yıldırım Beyazıt University	EXPLORATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE STUDIES IN HUMAN RESOURCES MANAGEMENT: BIBLIOMETRIC COUPLING ANALYSIS

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-3 • SESSION-2

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Leyla BEKENSİR		
Lec. Dr. Gülşen ALTINTAŞ İrem Ceyda KURT	Manisa Celâl Bayar University Kütahya Dumlupınar University	METAPHORICAL PERCEPTIONS OF PROSPECTIVE TEACHERS REGARDING THE 'PLACE OF TEACHERS IN SOCIETY'
Rabia TOPLU YILMAZ Asst. Prof. Dr. Raziye ERDEM	Trabzon University	TRENDS IN RESEARCH ON STORYTELLING SKILLS IN SPECIAL EDUCATION: A LITERATURE REVIEW
Assoc. Prof. Dr. Şenyurt YENİPINAR Nesrin TERZİOĞLU Gülperi ADAK	Aksaray University	RETHINKING IN THE DIGITAL AGE: STUDENT SAFETY AND THE ROLE OF STAKEHOLDERS IN COMBATING CYBERBULLYING
Asst. Prof. Dr. Şenyurt YENİPINAR Emre DÖNGEL Abdulhamit GÜNEŞ	Aksaray University	PERCEPTIONS OF SCHOOL ADMINISTRATORS REGARDING LEADERSHIP APPROACHES: A PHENOMENOLOGICAL ANALYSIS
Zeynep ÇELEBİ Asst. Prof. Dr. Veysel Karani ŞÜKÜROĞLU	Kastamonu University	NOSTALGIA MARKETING AND THE CONSUMPTION OF THE PAST
Dr. Ferhat ATIK	Girne American University	THE COMMUNICATION LANGUAGE OF INFLUENCER CULTURE: IDENTITY CONSTRUCTION AND PERFORMANCE AESTHETICS
Assoc. Prof. Dr. Leyla BEKENSİR Lec. Dr. Berrak Elif TOSUN	Ankara University	THE ROLE OF EAR TRAINING IN PLAYING FROM MEMORY ON THE PIANO: THE RELATIONSHIP BETWEEN AURAL ANTICIPATION AND MOTOR MEMORY

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-4 • SESSION-2

HEAD OF SESSION: Dr. Md. Nurul Alam Siddiqi		
Elda Zeqiri Orges Lena Jasemin Todri	UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia	ADAPTATION, TRANSLATION, AND CROSS-CULTURAL VALIDATION OF THE CERVICAL DISABILITY INDEX (NDI) FOR USE IN THE ALBANIAN-SPEAKING POPULATION
AIT MESSAAD Said	Higher Institute of Nursing and Health Care Professions of Marrakech	RISK FACTORS ASSOCIATED WITH GROWTH RETARDATION IN CHILDREN HOSPITALIZED AT THE PROVINCIAL HOSPITAL OF SALÉ (MOROCCO)
P.H. Necefguliyeva	Azerbaijan Medical University	THE CHOICE OF SURGICAL INTERVENTION IN THE TREATMENT OF ADHESION DISEASE
Najlae ADADI Hakima MISSOUM	Higher Institute of Nursing Professions and Health Technologies (ISPITS) Laboratory of Human Pathologies Biology	CORRELATION GENOTYPE-PHENOTYPE: MEFV GENE MUTATIONS AND MOROCCAN PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS
Dr. Md. Nurul Alam Siddiqi	National Institute of Cardiovascular Disease (NICVD)	EMERGING CARDIOVASCULAR HEALTH PROBLEMS IN BANGLADESH DUE TO CLIMATE CHANGE AND ITS PREDISPOSING FACTORS
Rihab BAMAAROUF Rajaa SEBIHI Lakbir EL HAMIDI Rachid ERRIFAI	Mohammed V University in Rabat ENSAM Cheikh Zaid International University Hospital	PLANNING BREAST CANCER TREATMENT WITH EXTERNAL RADIOTHERAPY: DOSIMETRIC STUDY AND CLINICAL RESULTS
Ajesh Chauhan Jatin Vats Anupam Thakur Aayush Prakash	Hidu College of Pharmacy	PRECISION IMPROVEMENT IN HEALTHCARE THROUGH THE USE OF AR/VR AND DIGITAL TWINS: ROBOTIC ASSISTANCE

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-5 • SESSION-2

HEAD OF SESSION: Jemi Sailuk		
Aldina Refa Vernanda Christine Wulandari Desi Aryani Arief Darmawan	University of Lampung	THE DYNAMICS OF IMPLEMENTING THE FOREST CARBON PROGRAM (REDD+): A QUALITATIVE STUDY IN THE REPONG DAMAR INDIGENOUS COMMUNITY IN GUNUNG KEMALA SUBDISTRICT, WEST COAST
Md Asaduzzaman Mat Sukhi Khatun	Gopalganj Science and Technology University	INFLUENCE OF ROOT SYSTEM ARCHITECTURE ON CROP YIELD AND PERFORMANCE OF CEREALS (RICE, WHEAT, MAIZE)
Laila Ouardi Abdelmajid Haddioui Hasna Zinelabidine Jamal Charafi	National Institute of Agricultural Research Sultan Moulay Slimane University	INFLUENCE OF VINE AGE ON QUALITATIVE, COLORIMETRIC TRAITS AND ANTHOCYANIN CONTENT IN TWO RED TABLE GRAPE CULTIVARS
Most. Mokarroma	University of Rajshahi	CLIMATE CHANGE AND THE RISING BURDEN OF DENGUE: PATHWAYS, PUBLIC HEALTH RISKS, AND ADAPTATION STRATEGIES
Jemi Sailuk	University of Rajshahi	TRANSFERRING AGRICULTURAL TECHNOLOGY IN CULTURALLY ROOTED COMMUNITIES: THE CASE OF INDIGENOUS PEOPLE IN THE CHITTAGONG HILL TRACTS
Md. Al-Amin Shadik Md. Ashfaq Sadat Kizar Ahmed Sumon Md. Shafiqul Islam Harunur Rashid	Bangladesh Agricultural University	NEEM OIL AS A BIOPESTICIDE FOR ERADICATING BACKSWIMMER INSECTS IN STINGING CATFISH NURSERY PONDS
Abdullahi, A. Shuaibu, U. Muhammad, H.U. Jibrin, S.	Federal University of Technology	ASSESSMENT OF EXTENSION SERVICE NEED AMONG ARTISANAL FISHERMEN OF BORGU LOCAL GOVERNMENT AREA NIGER STATE, NIGERIA
Md. Rafiqul Islam Tridip Roy Mohammad Lokman Ali Sudipta Kumar Nag Tawhidur Rahman	Patuakhali Science and Technology University Bangladesh Water Development Board	ASSESSMENT OF THE PRODUCTION PERFORMANCE OF INDIAN MAJOR CARP ROHU (LABEO ROHITA) WITH TILAPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS) ON CAGE CULTURE SYSTEM IN SOUTHERN BANGLADESH
Muhammad Arslan Ashraf Rizwan Rasheed	Government College University	MICROPLASTICS AND HEAVY METALS TOXICITY IN PLANTS: AN OVERVIEW

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-6 • SESSION-2

HEAD OF SESSION: Profe Dr. Imad Abed Hamza Al-Atabi		
Ikegwu, Emmanuel M. Okorafor, Uneke Obidiegwu, Samuel O. Ajayi, Ruth O.	Yaba College of Technology	STATISTICAL ASSESSMENT OF AWARENESS, ATTITUDE TOWARDS AND PRACTICES PROMOTING MENTAL HEALTH AMONG TERTIARY INSTITUTIONS STUDENTS
Ikwuoche Philip Onyejonchi Dr. David Ikwuoche John Dr. Ogunmola Adeniyi Oyewole	Federal University Wukari	CHARACTERIZATION OF POISSON-AGUF DISTRIBUTION WITH APPLICATION
JOB, S. J. Hassan, A. A. (PhD) Prof. Gimba, R. W. Prof. Enagi, A. I.	Federal University of Technology	EFFECTS OF FLIPPED CLASSROOM MODES ON PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS' ACHIEVEMENT IN COLLEGES OF EDUCATION, NORTH-CENTRAL
Profe Dr. Imad Abed Hamza Al-Atabi	Al-Muthanna University	EXTREMISM ACCORDING TO SOME DEMOGRAPHIC VARIABLES AND THE EFFECTIVENESS OF REALISTIC COUNSELING TO REDUCE THE COGNITIVE AND EMOTIONAL COMPONENTS OF TEACHERS UNDER TRAINING
Tarif Hosen A K M Mahmudul Haque Md. Fairuj Sadaf Opee	University of Rajshahi	EXPLORING STUDENT ENGAGEMENT IN CAMPUS SUSTAINABILITY PRACTICES: A CASE STUDY ON UNIVERSITY OF RAJSHAHI
Eglė Morkūnienė Dr. Sinilga Černulienė	Higher Education Institution	CHALLENGES OF SOCIAL INTERACTIONS IN RECREATIONAL FORESTS: AN ANALYSIS OF VISITOR BEHAVIOUR AND EXPERIENCES

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-1 • SESSION-3

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Nülüfer ERBİL		
Nur Fidan Günbatı Nülüfer Erbil	Ordu University	THE STATUS OF WOMEN'S HEALTH IN THE WORLD AND TÜRKİYE: EVALUATION OF CURRENT DATA
Nur Fidan Günbatı Asst. Prof. Dr. Ebru Şahin	Ordu University	THE FIRST STEP AFTER BIRTH: DETERMINING FACTORS IN POSTPARTUM FAMILY PLANNING
Murat DEMİR Dr. Burcu ARSLAN Hilal KARATAŞ Çetin TÖREMEN	Viking Temizlik ve Kozmetik A.Ş,	SYNTHESIS AND CHARACTERISATION OF ETHYLHEXYLGLYCERIN USED AS A PRESERVATIVE IN COSMETIC PRODUCTS
Prof. Dr. Nülüfer ERBİL Aleyna KALE Gizem ÖZATA Kübra Gönül YÜKSEL	Ordu University	ORIENTATION TOWARD GENITAL AESTHETIC SURGERY AND INFLUENCING IN WOMEN AND MEN
Prof. Dr. Nülüfer ERBİL Gizem ÖZATA Aleyna KALE Kübra Gönül YÜKSEL	Ordu University	VOLUNTARY CHILDLESSNESS: WOMEN'S CHOICES AND SOCIAL REACTIONS
Şeydanur OSMA Asst. Prof. Dr. Ebru ŞAHİN	Ordu University	NATURAL PAIN MANAGEMENT: NON-PHARMACOLOGICAL METHODS IN PREGNANCY AND BIRTH
Sena Melike TAŞCI Prof. Dr. Ayfer ÖZBAŞ	İstanbul University-Cerrahpaşa Demiroğlu Science University Florence Nightingale Hospital	NURSING CARE OF A PATIENT WITH ILEAL CONDUIT AND RADICAL CYSTECTOMY ACCORDING TO GORDON'S FUNCTIONAL HEALTH PATTERNS MODEL: A CASE REPORT
Prof. Dr. Nülüfer ERBİL Kübra Gönül YÜKSEL Aleyna KALE Gizem ÖZATA	Ordu University	THE EFFECTS OF MOTHERS' SOCIAL MEDIA USE ON BREASTFEEDING
Merve ÖKSÜZ, Asst. Prof. Dr. Ebru ŞAHİN	Ordu University	THE ROLE OF ALTERNATIVE TREATMENTS DURING LACTATION: CAN BREASTFEEDING BARRIERS BE OVERCOME?

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-2 • SESSION-3

HEAD OF SESSION:		
Ömer ÖRUŞ Prof. Dr. Ömer MENEKŞE	Düzce University	LEGAL EXCEPTIONS IN THE LIGHT OF ATIF MEHMED BEY'S COMMENTARY ON THE MECELLE: AN ANALYSIS OF THE PRINCIPLE THAT 'NECESSITIES MAKE PROHIBITED THINGS PERMISSIBLE'
Sezin Azizoglou	Marmara University	THE RELATIONSHIP BETWEEN IDENTITY AND RELIGIOUS EDUCATION IN THE CONTEXT OF MUSLIM TURKISH YOUTH IN WESTERN THRACE
Asst. Prof. Dr. Abdulbaki Kınsün	Bingöl University	THREE STYLES OF POLITICS IN THE POLITICAL KURDISH MOVEMENT
Hatice AKBAŞ Assoc. Prof. Dr. Faruk GÖRGÜLÜ	Duzce University	THE PRINCIPLES OF VERBAL COMMUNICATION IN THE QUR'AN IN THE CONTEXT OF ELMALILI HAMDİ YAZIR'S EXEGESIS OF THE 'TRUE RELIGION OF THE QUR'AN'
Assoc. Prof. Dr. Ahmet Yavuz ÇAMLI Lec. Dr. Aziz Can ŞENSAZLI	Manisa Celal Bayar University	DISCUSSING THE SUSTAINABILITY OF TURKEY-KAZAKHSTAN RELATIONS IN THE CONTEXT OF POLITICAL ECONOMY
Ahmet Fatih DALDAL	Aksaray University	THE CONCEPT OF LEADERSHIP FROM PAST TO PRESENT

Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 090909

https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=wMotAXTV9hPAbbpcV3tbQ4fp3Z6K0m.1

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-3 • SESSION-3

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Arif Emre AKTAS		
Furkan YILDIRIM	Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş.	DESIGN, MODELING, REVERSE POLARITY PROTECTION APPROACHES, AND PERFORMANCE ANALYSIS OF AUXILIARY ALTERNATOR SYSTEMS IN MILITARY VEHICLES
Asst. Prof. Dr. Arif Emre AKTAS	Çukurova University	COMPUTATIONAL HEAT TRANSFER ANALYSIS OF MICROCHANNEL HEAT SINKS WITH DIFFERENT SHAPES
Asst. Prof. Dr. Arif Emre AKTAS Assoc. Prof. Dr. Mehmet Tahir ERDİNC Assoc. Prof. Dr. Muhammet Nasıf KURU	Çukurova University	NUMERICAL INVESTIGATION OF FLOW AND HEAT TRANSFER IN INLINE ELLIPTICAL WAVY FIN-AND-TUBE HEAT EXCHANGERS FOR DIFFERENT ATTACK ANGLES
Ahmet Serdar SERTER	Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş.	THE EFFECT OF VEHICLE MASS AND VOLUME CHANGES ON ENERGY CONSUMPTION IN N2 CATEGORY ELECTRIC CARGO VAN VEHICLES
Research Assistant Ömer HÜKÜMDAR Emirhan BÜYÜKKAYA Eda Nur ÇAMCI	Çukurova University	DESIGN OPTIMIZATION AND STRUCTURAL ANALYSIS OF UPPER AND LOWER CONTROL ARMS IN DOUBLE WISHBONE SUSPENSION SYSTEMS
Research Assistant Ömer HÜKÜMDAR Murat Emin UZUN	Çukurova University	INVESTIGATION OF TRIBOLOGICAL AND SURFACE ROUGHNESS OF ELECTRODEPOSITED Ni-W/AlN COMPOSITE COATINGS ON COPPER SUBSTRATES
Lec. Akın ÇALIŞKAN Assoc. Prof. Dr. İsmet KANDİLLİ Lec. Özkan MÜNÜKLÜ	Kocaeli University Karamürsel Denizcilik Vocational School	COMPARATIVE ANALYSIS OF WELDING SIMULATOR APPLICATIONS AND WELDING TRAINING METHODS
İbrahim BESEN Eren COŞKUN	İletişim Bilgisayar Yazılım A.Ş,	RAG AND LOCAL LLM INTEGRATION IN TURKISH CORPORATE KNOWLEDGE BASES: ACCELERATING SUPPORT PROCESSES
İbrahim BESEN Eren COŞKUN	İletişim Bilgisayar Yazılım A.Ş,	PREDICTIVE MAINTENANCE AND OPTIMIZATION IN INDUSTRIAL MANUFACTURING: REMAINING USEFUL LIFE ESTIMATION AND PARAMETER MANAGEMENT

Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 090909

https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=wMotAXTV9hPAbbpcV3tbQ4fp3Z6K0m.1

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-4 • SESSION-3

HEAD OF SESSION: Dr.B.MAHADEVAN		
Deepak Bansal Aditya Bansal	Indian Institute of Finance I.T.S. Engineering College	DESIGN AND DEVELOPMENT OF NOVEL APPROACH FOR FILE SHARING FOR SECURITY USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY
Faruku Muhammad Aliero Zaharaddeen Adamu Khamisu Umar M Adam Shafiu Abubakar Abdulrahman Ibrahim	Abdullahi Fodio University of Science and Technology	PAPER TITLED PHISHING WEBSITE DETECTOR
Bhavana Bhardwaj Prof. Anurag Shakya	Mangalayatan University	AI-POWERED TRANSFORMATION OF HR PRACTICES: A STUDY ON IT COMPANIES IN UTTAR PRADESH
Kazi Redwan Rafi Mithila Rahman Efat Ara Haque	Khulna University of Engineering and Technology Lamar University	YARNS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A DEEP LEARNING APPROACH FOR TEXTILE WASTE GENERATION AND MANAGEMENT IN SOME AREAS OF DHAKA
Dr.B.MAHADEVAN	Vellalar College for Women (Autonomous)	ASSESSING THE DIGITAL TRANSFORMATION OF SCHOLARLY COMMUNICATION AND PUBLISHING PRACTICES IN SOUTH INDIAN UNIVERSITIES: A SURVEY
Md. Jubayerul Hasan Mahin Md. Rabby Khan Md. Ahsan Habib	Green University of Bangladesh Mawlana Bhashani Science and Technology University	BLOCKCHAIN-ENABLED INTRUSION DETECTION SYSTEM FOR SECURE NID VERIFICATION A SECURITY-FOCUSED FRAMEWORK FOR DECENTRALIZED NATIONAL IDENTITY AUTHENTICATION
Md Iftekhairul Alam Shomel	Rajshahi University of Engineering & Technology	HYBRID CONTRASTIVE AND GENERATIVE DEEP LEARNING MODELS FOR MULTIMODAL SENTIMENT AND EMOTION ANALYSIS

Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 090909

https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=wMotAXTV9hPAbbpcV3tbQ4fp3Z6K0m.1

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-5 • SESSION-3

HEAD OF SESSION: Dr. Md. Arif Billah		
Cheah Chee Keong Kong Yin Mei Ong Hock Siong Chim Weng Kong Foo Chuan Chew Tan Kock Lim	Jalan Universiti UOW Malaysia KDU Penang University College	THE OPTIMAL DESIGN AND INCLUSIVE DEPLOYMENT OF CENTRAL BANK DIGITAL CURRENCIES (CBDCS) IN EMERGING MARKETS: A THEORETICAL FRAMEWORK
Dr. Md. Arif Billah Prof. Monir Ahammed Azizul Haque	International Islamic University Chittagong	QARD-E-HASANAH FINANCING AND FARM PRODUCTION EFFICIENCY: EVIDENCE FROM RURAL BANGLADESH
Dr. Md. Arif Billah	International Islamic University Chittagong	ISLAMIC SOCIAL FINANCE AND COMMUNITY DEVELOPMENT: EMPIRICAL EVIDENCE ON POVERTY ALLEVIATION AND ECONOMIC EQUITY
Dr. Ina Sejdini Assoc. Prof. Imelda Sejdini Assoc. Prof. Ardita Todri	University of Elbasan	A DISCRIMINANT ANALYSIS BASED ON FINANCIAL INDICATORS FOR CLASSIFYING SME GROWTH IN ALBANIA
Dr. Ina Sejdini Assoc. Prof. Imelda Sejdini Assoc. Prof. Ardita Todri	University of Elbasan	YOUTH, AI, AND INCOME: A STUDY OF AWARENESS, ENGAGEMENT, AND OPPORTUNITIES IN TIRANA
Mihaela Oprea Mihaela Vlădescu	National Institute for Economic Research 'Costin C. Kirițescu'	ROMANIA'S POSITION IN THE DEMO-ECONOMIC RANKING OF A GROUP OF EU MEMBER STATES. A COMPARATIVE ANALYSIS
Dr. Arun V.V Dr. K S Suresh Kumar	Rajagiri Viswajyothi College of Arts and Applied Sciences University of Kerala	HOW DO CORPORATE GOVERNANCE PRACTICES INFLUENCE ORGANIZATIONAL PERFORMANCE AMONG LISTED COMPANIES IN INDIA?
Mohsen Mohammadi Khyareh Mohaddeseh Nejadipour	Gonbad Kavous University	DIGITAL TRANSFORMATION IN IRANIAN BANKING: THE MODERATING INFLUENCE OF REGULATORY SANDBOX EFFECTIVENESS ON CAPABILITY-PERFORMANCE LINK
Mohsen Mohammadi Khyareh Mohaddeseh Nejadipour	Gonbad Kavous University	BRIDGING THE DIGITAL DIVIDE IN EMERGING MARKETS: THE CATALYTIC ROLE OF REGULATORY SANDBOXES IN BANKING PERFORMANCE

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-6 • SESSION-3

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Gazment Koduzi

Nadour Sanae Houda Elyacoubi	Ibn Tofail University	THE IMPACT OF STRESS ON ANESTHESIA TRAINING FOR STUDENTS IN THE RABATSALÉKÉNITRA REGION IN MOROCCO : THE MODERATING ROLE OF SELFESTEEM
Suraya Sanjana Hoque Tayub Bin Shahajahan	University of Rajshahi	EVALUATING LOW-COST CLAY WHEEL THERAPY AS AN ACCESSIBLE MENTAL HEALTH INTERVENTION FOR MIDDLE-INCOME ADULTS IN BANGLADESH: A MIXED-METHOD STUDY
Nadour Sanae Houda Elyacoubi	Ibn Tofail University	ACADEMIC BURNOUT AMONG NURSING STUDENTS IN MOROCCO: PREVALENCE AND KEY PREDICTORS
Meenatchi.S Devadharshini.R Gomathy.E Keerthana.V Kishore.R Swathi.R A. Hari Nandhini	Bharath Institution Of Higher Education And Research chennai	THERAPEUTIC POTENTINAL OF HERBAL AND AYURVEDIC MEDICINES IN MODERN HEALTHCARE
Assoc. Prof. Dr. Gazment Koduzi	“Aleksandër Xhuvani” University	FROM SEMASHKO TO BISMARCK: CHALLENGES FOR İT’S İMPLEMENTATİON IN ALBANİA

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-1 • SESSION-4

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Müslüm ÖZTÜRK		
Assoc. Prof. Dr. Nursel YALÇIN Abdulkadir ÖKLÜ	Gazi University	AN APPLIED APPROACH TO SPEAKER AND ENVIRONMENT BASED DEEPFAKE AUDIO DETECTION
Mustafa Berk KELEŞ Assoc. Prof. Dr. Mehmet GÖKTÜRK	Gebze Technical University	LARGE-SCALE HYBRID RISKY TRANSACTION DETECTION WITH CLUSTER-BASED PRE-RISK SCORING AND GRADIENT BOOSTED DECISION TREES
Muhammed GÜRKAN Assoc. Prof. Dr. Vildan ATEŞ	Ankara Yıldırım Beyazıt University	AN EXAMINATION OF THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED CHATBOTS IN E-GOVERNMENT SYSTEMS
BETÜL YEL RES. ASST. AYLİN SABANCI BAYRAMOĞLU RES. ASST. BERKER DAL	Pamukkale University	EVALUATING FACTORS AFFECTING HOUSING PRICES USING MACHINE LEARNING MODELS: THE CASE OF DENİZLİ
Küçük Mustafa HAYTA Asst. Prof. Dr. Cihan BAYRAKTAR	Karabuk University	ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED APPLICATIONS AND METHODS AFFECTING DIGITAL MARKETING STRATEGIES IN MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS
Emre UYGUR Assoc. Prof. Dr. Tolga AYDIN Res. Asst. Dr. Ebru ERDEM	Atatürk University	SMART MENU: A PERSONALIZED MENU RECOMMENDATION SYSTEM FOR RESTAURANTS
Asst. Prof. Dr. Müslüm ÖZTÜRK	Kilis 7 Aralık University	THE ROLE AND APPLICATIONS OF SPHERICAL FUZZY SETS IN QUANTITATIVE MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING PROBLEMS

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-2 • SESSION-4

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Hülya ELMALI GÜLBAŞ		
Mehmet ZEYBEK Hasan ALKAYA	İşbir Sentetik Dokuma Sanayi A.Ş.	DEVELOPMENT OF POLYETHYLENE-BASED ANTIBLOCK MASTERBATCH AND EVALUATION OF FILM BLOCKING PERFORMANCE
Assoc. Prof. Dr. Hülya ÖZTÜRK DOĞAN Assoc. Prof. Dr. Neslihan ÇELEBİ Prof. Dr. Arzu KAVAZ YÜKSEL	Atatürk University	EFFECT OF Pd NANOPARTICLES ON ETHANOL ELECTRO-OXIDATION ACTIVITY OF CeO_2 NANOSTRUCTURES
Ahmet Mücahit ÇOLAK Burak Işık	İşbir Sentetik Dokuma Sanayi A.Ş.	DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED TRACKING AND MANAGEMENT STRUCTURE IN PRODUCTION PROCESSES
Assist.. Prof. Dr. Hülya ELMALI GÜLBAŞ Nevin ÇANKAYA	Usak University	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NOVEL METACRYLATE COPOLYMER
Dilay SÜMBÜL Serkan MENTEŞ	İşbir Sentetik Dokuma Sanayi A.Ş.	INTEGRATION OF CRITICAL TOOLS IN THE DEEP LEARNING DEVELOPMENT ECOSYSTEM: A PLATFORM UTILIZATION MODEL
Selin ULUKUL	Danone Tikveşli R&D Center	EFFECT OF STERILIZATION ON VISCOSITY IN MEDICAL NUTRITION PRODUCTS USED IN MALNUTRITION TREATMENT
Asst. Prof. Dr. Tugba DEMIR CALISKAN	Ankara University	EFFECT OF PFPE-BASED ADDITIVES ON THE WETTABILITY AND SURFACE ENERGY OF NYLON FILMS

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-3 • SESSION-4

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Defne ÖCAL KAPLAN		
Asst. Prof. Dr. Seliha Seçil BAYRAM Lec. Simge ERDAL Selva Seza CANDAN	Karabuk University S.S. AYKA Elderly Care Cooperative	A NEW MODEL IN ELDERLY CARE, TURKEY'S FIRST ELDERLY CARE COOPERATIVE: "AYKA"
Assoc. Prof. Dr. Arif ÇETİN	Marmara University	MOTIVATIONS FOR MASTER ATHLETES TO PARTICIPATE IN MARATHONS
Asst. Prof. Dr. Burhan ÖZKURT Ertuğrul ERTÜRK	Sivas Cumhuriyet University	THE MEANING OF SOCIAL SUPPORT FOR ELITE DEAF WRESTLERS: A QUALITATIVE STUDY
Assoc. Prof. Dr. Defne ÖCAL KAPLAN	Kastamonu University	A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BALANCE PARAMETERS, ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS, AND NAVICULAR DROP VALUES IN YOUNG FEMALE VOLLEYBALL, HANDBALL, AND BASKETBALL PLAYERS
Asst. Prof. Dr. Rahmi YILDIZ	Sivas Cumhuriyet University	THE EFFECT OF COOPERATIVE LEARNING-BASED PHYSICAL EDUCATION COURSES ON SECONDARY SCHOOL STUDENTS' PROBLEM SOLVING SKILLS
Nevin GÜNEŞ Res. Asst. Dr. Hatice ÖZTÜRK Tülin KUŞGÖZOĞLU Berna ARAPASLAN	Kocaeli University Aksaray University	PSYCHODRAMA GROUP WORK ON WOMEN'S EMOTIONAL SELF-AWARENESS AND SELF-UNDERSTANDING
Begüm Merve GÖKBUNAR Asst. Prof. Dr. Safiye Elif ÇAĞATAY	İstanbul Arel University İstanbul Beykent University	THE ROLE OF FAMILY UNPREDICTABILITY AND FAMILY FUNCTIONING IN EATING DISORDERS: A SYSTEMATIC REVIEW
Assoc. Prof. Dr. Mehmet BULDUK Assoc. Prof. Dr. Veysel CAN Murat BOZKURT	Van Yuzuncu Yil University	THE IMPACT OF AI-GENERATED VIDEOS ON CHILDREN'S CIRCUMCISION PROCESS

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-4 • SESSION-4

HEAD OF SESSION: Derra Mourad		
Shafayet HOSSAIN Afroja SULTANA Md A Razzaque SARKER	University of Rajshahi	SYNTHESIS OF $FETI_2O_4$ SPINEL VIA SOLID-STATE REACTION METHOD AND ITS THERMAL, OPTICAL, AND ELECTRICAL CHARACTERIZATION
Faisal Nazir	THE UNIVERSITY OF AGRICULTURE	PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANOTUBES FROM BIOCHAR UNDER MICROWAVE IRRADIATION
Belarbi Faten	Abdelhamid Ibn Badis University	EXPERIMENTAL STUDY OF ECO-FRIENDLY Cu_2SnS_3 THIN FILMS FOR SOLAR CELL APPLICATIONS
Branislav Radjenović Branko Kolarić Bojana Bokić Marija Radmilović-Radjenović Darko Vasiljević	University of Belgrade	GEOMETRIC EFFECTS ON THE THERMODYNAMIC PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED MATERIALS
Zakariya Arbaoui Soufiane Elhadfi Mourad Boutahir Abdelhai Rahmani	Moulay Ismail University	BLACK PHOSPHORENE: A FIRST-PRINCIPLES STUDY FOR NEXT-GENERATION ENERGY HARVESTING
Prof. Dr. G. Nixon Samuel Vijayakumar Aishwarya. S Reshma. N Tharunikaa. P Tarnekaa. M Nivethitha. S.K Samiksha. R.K	R .M .K. Engineering College	REVIEW ON PLANCK'S QUANTUM THEORY
Derra Mourad	Ibn Zohr University	DAMAGE DETECTION METHODS FOR SQUARE-SECTION TUBES USING ULTRASONIC TECHNOLOGY
Afroja SULTANA Shafayet HOSSAIN Md A Razzaque SARKER	University of Rajshahi	THERMAL, OPTICAL, AND ELECTRICAL PROPERTY INVESTIGATION OF $FEAL_2O_4$ SPINEL OBTAINED BY SOLID-STATE REACTION METHOD
Abdelfateh BENMAKHLOUF Salah DAOUD Nadhira BIOUD Mohammed OULEDALI	University Mohamed El Bachir El Ibrahimi of Bordj Bou Arreridj University of Ahmed Draia National Polytechnic School Oran	MECHANICAL PROPERTIES OF CUBIC MgCa INTERMETALLIC COMPOUND UNDER HIGH COMPRESSION UP TO 7 GPa: DFT APPROACH

Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 090909

https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=wMotAXTV9hPAbbpcV3tbQ4fp3Z6K0m.1

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-5 • SESSION-4

HEAD OF SESSION: Prof. Asoc. Kristaq Gjyli		
Lisanatun Kasanah Zahra Indari Umayah Alreiska Roudlotul Hikmah	Universitas Islam Balitar Universitas Pattimura	THE DYNAMICS OF EXPECTATIONS AND REALITIES IN THE IMPLEMENTATION OF GREEN FINANCE IN INDONESIA'S TRANSITION TO INDUSTRY 5.0: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW
Kalpana Dr. Jayasree Krishnan	VELS Institute of Science, Technology and Advanced Studies (VISTAS)	THE PSYCHOLOGY OF IMPULSIVE BUYING BEHAVIOR ON E-PLATFORM
Idris B. ALLINSON Temilade A. OLATUNJI	Federal Polytechnic	HARVESTING URBAN WISDOM: A POLICY BLUEPRINT FOR SUSTAINABLE NIGERIA INSPIRED BY LATIN AMERICA'S TALES AND ECOLOGICAL ECHOES
Nazmin Naher Nipa Zahiduzzaman Zahid	University of Dhaka University of the Cumberlands	A FEDERATED LEARNING-BASED PRIVACY-PRESERVING FRAMEWORK FOR DISASTER VICTIM IDENTIFICATION AND REAL-TIME SHARIAH-COMPLIANT ZAKAT AND WAQF FUND ALLOCATION
Sadiq, Mohammed Sanusi Singh, Invinder Paul Ahmad, Muhammad Makarfi Sani, Bashir Sanyinna	FUD SKRAU BUK,	THE IMPACT OF GEOPOLITICAL TENSIONS ON BLUE ECONOMY SUPPLY CHAINS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF MAJOR TRADE BLOCS
Prof. Asoc. Kristaq Gjyli	University of Tirana	FINANCIAL REGULATION AND CORPORATE GOVERNANCE IN THE CONTEXT OF THE BRUSSELS EFFECT
Heno Merlin C P S Dr. Jayasree Krishnan	Vels Institute of Science Technology and Advanced Studies (VISTAS)	SENTIMENT AND SEPARATION: A DATA-DRIVEN FRAMEWORK FOR TURNOVER ANALYSIS USING NLP
Ms Santha Sorubini P Dr. Jayasree Krishnan	Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies	FROM CLINICS TO CLOSETS: APPLYING MEDICAL NLP AND GENERATIVE AI INNOVATIONS TO FAST FASHION AND GEN Z ENGAGEMENT
Zerarka Mohamed Wail	Université de Biskra	FAIRNESS IN AI RECOMMENDER SYSTEMS: ENSURING UNBIASED RECOMMENDATIONS

DATE	TIME	SESSION
• 03.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-6 • SESSION-4

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Laila AFIA		
Mohamed EL MORSY Prof. Dr. Laila AFIA	Ibnou Zohr University	TOWARDS CIRCULAR MANAGEMENT OF INDUSTRIAL SALINE EFFLUENTS: VALORIZATION OF SODIUM FROM NaOH AND NaCL SOURCES
CHERIF Lamia MAHROUG Hanane	University Centre of Maghnia Abou Bekr Belkaid University	STUDY OF THE PHYSICO-CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL QUALITY OF GROUNDWATER: CASE OF THE GHAZAOUET REGION (TLEMCEN PROVINCE)
Mohamed EL MORSY Prof. Dr. Laila AFIA	Ibnou Zohr University	BIOPLASTIC PRODUCTION FROM ACID WHEY: A SUSTAINABLE APPROACH FOR THE DAIRY SECTOR
Aqsa Kanwal Mujahad Abbas Abid Mahmood Nasir Rasool	Government College University	TITANIUM-MEDIATED SYNTHESIS AND PD-CATALYZED DERIVATIZATION OF THIOPHENE CARBOXYLATES: ANTIBACTERIAL EVALUATION AGAINST NDM-β LACTAMASE-PRODUCING KLEBSİELLA PNEUMONİAE (ST147)
Shubham Sharma Prof. Sunil Gupta	Mangalayatan University,	OPTIMIZING PLANT SYNERGY IN HERBAL GEL: FORMULATION AND EVALUATION FOR ANTIFUNGAL ACTIVITY
Anita Pandey Dr. Sophiya Ambrela	Kirodimal Govt. Arts and Science College	A REVIEW OF MALARIA EPIDEMIOLOGY IN CHHATTISGARH
Palanisamy A Deepak S Ravi C.	Bharath institute of higher education and research	DRUG-INDUCED CARDIOTOXICITY: MECHANISMS, DETECTION, PHARMACOGENOMIC INSIGHTS, AND EMERGING THERAPEUTIC STRATEGIES”

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-1 • SESSION-1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Fatih SEYİS		
Melike KARAGÜN Asst. Prof. Dr. Alper YORULMAZ	Aydın Adnan Menderes University	THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON LAND EVAULATION STUDIES IN SOME COTTON-GROWING AREAS IN AYDIN PROVINCE
Research Assistant Dr. Haydar KÜPLEMEZ Prof. Dr. Fatih SEYİS	Recep Tayyip Erdoğan University	SECONDARY VOLATILE METABOLITE COMPOSITION OF Polygonum bistorta COLLECTED FROM RİZE
Research Assistant Dr. Haydar KÜPLEMEZ Prof. Dr. Fatih SEYİS	Recep Tayyip Erdoğan University	SECONDARY VOLATILE METABOLITE COMPOSITION OF DIFFERENT PLANT PARTS OF Rhodendron luteum
Murat GÜVEN Dilek DOĞAN AKDAĞ	Iğdır University	KANOLA (Brassica napus L.) BİTKİSİNDE VERİM KAYBINA YOL AÇAN BÖCEK ZARARLILARININ İNCELENMESİ
Murat GÜVEN Nagihan KILIÇ	Iğdır University	ASPİR (Carthamus tinctorius L.) TARIMINDA KARŞILAŞILAN BAŞLICA ENTOMOLOJİK ZARARLILAR
Burcu Hercan Assoc. Prof. Dr. Yakup Onur KOCA Prof. Dr. Osman EREKUL	Aydın Adnan Menderes University	CONCEPTUAL FRAMEWORK, STRATEGIC IMPORTANCE AND CURRENT APPROACHES OF AGRICULTURE IN TURKEY
Burcu Hercan Assoc. Prof. Dr. Yakup Onur KOCA Prof. Dr. Osman EREKUL	Aydın Adnan Menderes University	THE STRUCTURAL ANALYSIS OF FIELD CROP PRODUCTION SYSTEMS IN TURKEY IS AN INVESTIGATION INTO THE CLIMATIC FACTORS, WATER RESOURCES, SOIL CHARACTERISTICS AND INPUT FACTORS
Assoc. Prof. Dr. Esra KAYA Prof. Dr. Tugay AYAŞAN Assoc. Prof. Dr. Behlül SEVİM	Ağrı İbrahim Çeçen University Osmaniye Korkut Ata University Aksaray University	USE OF PLANTAIN (PLANTAGO SPP.) IN POULTRY NUTRİTION: EFFECTS ON BROILER AND LAYING CHICKENS
Assoc. Prof. Dr. Esra KAYA Prof. Dr. Tugay AYAŞAN Assoc. Prof. Dr. Behlül SEVİM	Ağrı İbrahim Çeçen University Osmaniye Korkut Ata University Aksaray University	USE OF TURNIP (BRASSICA RAPA) IN RUMINANT AND POULTRY NUTRITION

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-2 • SESSION-1

HEAD OF SESSION:		
Prof. Dr. Abdussamet ARSLAN Ayşe İŞGÖR Lec. Dr. Hüseyin KALKAN	Gazi University	IMPROVEMENT OF LOW STRENGTH BEAMS WITH FERROCEMENT
Asst. Prof. Dr. Berna AKSOY Res. Asst. Dr. Dilek Cansu BOZACIOĞLU	Zonguldak Bülent Ecevit University	MODELLING FLOOD SPREAD USING HEC-RAS and ASSESSING CRITICAL INFRASTRUCTURE INTERACTIONS IN A POTENTIAL KOZLU DAM FAILURE SCENARIO
Sabire MAYDA Asst. Prof. Dr. Ahmet İhsan TURAN	Erzincan Binali Yıldırım University	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF STRESS-STRAIN BEHAVIOR OF CONCRETES PRODUCED WITH NATURAL PERLITE AGGREGATE
Ender Zümre Muneeb Jadallah Muhammed ŞAHİN Prof. Dr. Adem Doğangün	Bursa Uludağ University	SEISMIC PERFORMANCE OF AN EIGHT-STORY RC BUILDING UNDER SEQUENTIAL EARTHQUAKES: A CASE STUDY FROM THE 2023 MALATYA EVENTS
Asst. Prof. Dr. Atila DEMİRÖZ Ramazan ÇİVİCİ Asst. Prof. Dr. Mustafa ONÜÇYILDIZ	Konya Technical University	STUDY AND EVALUATION OF THE GEOTECHNICAL PROPERTIES OF RED MUD WASTE
Sena DUMLUPINAR KUZ Assoc. Prof. Dr. Kunter MANİSA	Yıldız Technical University	INVESTIGATION OF THE BARRIER EFFECT OF TRANSPORTATION NETWORKS ON WILDLIFE-PRIORITY NATURAL AREAS

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-3 • SESSION-1

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Eti AKYÜZ LEVİ		
Res. Asst. Gülçin GÜNDÜZ	Toros University	SUSTAINABLE SPATIAL APPROACHES IN COASTAL CITIES: THE EXAMPLE OF MERSIN
Res. Asst. Gülçin GÜNDÜZ	Toros University	THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL TRANSFORMATION ON URBAN FURNITURE DESIGN: THE CASE OF MERSİN COASTAL STRIP
F. Büşra KIZILDAĞ Asst. Prof. Dr. Kübra Güllü	Hasan Kalyoncu University	AN ANALYSIS OF THE INTERIOR SPACES OF THE RENOVATED GAZIANTEP HOUSES IN TERMS OF SUSTAINABLE DESIGN PRINCIPLES
Şeyda YILMAZ Prof. Dr. Eti AKYÜZ LEVİ	Dokuz Eylül University	DETERMINING THE TYPOLOGY OF “SHELL, LATENT AND PARTIAL SHELL” OF PALIMPSESTS HISTORICAL SETTLEMENTS THROUGH VALUE ANALYSIS
Lec. Nilüfer SUNGUR	Sakarya University of Applied Sciences	A STUDY ON OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY RISKS IN ARCHITECTURAL RESTORATION WORKS
Tuka MOSHAWIH Asst. Prof. Dr. Azadeh REZAFAR	Istanbul Arel University	POSITIVE IMPACTS AND ADVANTAGES OF DOUBLE-SKIN FACADES

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-4 • SESSION-1

HEAD OF SESSION: Dr. Fahima NABI		
Antara Humaira Tanny Faisal Ahmed Md. Sabbir Hossain Md. Najmus Sakib K. M Mozaffor Hossain	University of Rajshahi	PREVALENCE AND ANTIBIOTIC RESISTANCE DYNAMICS OF Escherichia coli ISOLATED FROM CHICKEN EGGS
Dr. Fahima NABI Dr. Meriem CHEBAANI	Université Dr Yahia Farès de Médéa Ecole Normale Supérieure Cheikh Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi	SEED-BASED STRATEGIES TO BOOST LEGUME GERMINATION AND GROWTH UNDER DROUGHT CONDITIONS
Dr. Meriem CHEBAANI Dr. Fahima NABI Dr. Habıb MOUISSA	Ecole Normale Supérieure Cheikh Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi Université Dr Yahia Farès de Médéa Université Ziane Achour Djelfa	GERMINATION RESPONSE OF LOCAL ALGERIAN LEGUMES TO DROUGHT STRESS
Gimba U. N. Khadijah, T. A. Ahmed A.	Ibrahim Badamasi Babangida University National Open University of Nigeria	PREVALENCE OF ONCHOCERCIASIS INFECTION AMONG RESIDENTS OF SELECTED RURAL COMMUNITIES IN BWARI AREA COUNCIL ATTENDING GENERAL HOSPITAL BWARI
Gimba U. N. Khadijah, T. A. Ahmed A.	Ibrahim Badamasi Babangida University National Open University of Nigeria	INCIDENCES OF HELICOBACTER PLYORI INFECTIONS IN SECONDARY SCHOOL STUDENTS ATTENDING SOME SELECTED HEALTH CARE FACILITIES IN ABUJA MUNICIPAL AREA COUNCIL, (AMAC) FEDERAL CAPITAL TERRITORY, ABUJA
Md. Rokunuzzaman	University of Chittagong	MORPHO-TAXONOMIC ACCOUNT AND HABITAT OF HERMIT CRABS (CRUSTACEA: DECAPODA) ALONG THE CHATTOGRAM-COX'S BAZAR COAST
Hafsah Abdulrahaman Palmah M. Nyadar	University of Abuja	PRELIMINARY COMPUTATIONAL ANALYSIS OF IAP GENE INHIBITORS AND ssDNA DESIGN FOR DNAi-BASED CONTROL OF L. dispar and D. melanogaster
Habiba, U. Talukdar, A. Huq, K. A. Nima, A.	Khulna University	INDUCED BREEDING, LARVAL DEVELOPMENT AND FECUNDITY STUDY OF FRESHWATER GARFISH Xenentodon cancila (HAMILTON, 1822)

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-5 • SESSION-1

HEAD OF SESSION:

El.Majdi S. Zerraf Fouad Alloun Said Belaaouad	Hassan II University of Casablanca Mohammed V University in Rabat	SYNTHESIS, STRUCTURAL CHARACTERIZATION, DFT INVESTIGATION, AND HIRSHFELD SURFACE ANALYSIS OF $Na_{0.5}M_{0.25}Ti_2(PO_4)_3$ (M = Zn, Ni)
Hanane Mahroug Lamia Cherif Soraya Belkaid	University centre of Maghnia Tlemcen University	REMOVAL OF ACID BLUE 113 TEXTILE DYE FROM SYNTHETIC AQUEOUS SOLUTION BY ADSORPTION AND FLOCCULATION PROCESS USING CATIONIC COPOLYMER
Arooj Anwar Zumaira Siddique Fozia Anjum	Govt. College University	EXTRACTION, MODIFICATION AND CHARACTERIZATION OF BIOPOLYMERS NATIVE TO AVOCADO SEEDS
Halimatu Ibrahim Dr. Ahmed Lawal Mashi, PhD Dr. Aminu Musa, phD Magaji Ilu Barde	Umaru Musa Yar'adua University	TWO STAGE TRANSESTERIFICATION REACTION TOWARDS THE PRODUCTION OF BIOLUBRICANT FROM WASTE COOKING OIL
Ahmed Attahiru Bashar Attahiru Ahmed Musa Ahmed	Kebbi State University of Science and Technology Federal College of Education (Technical)	MARINE NATURAL PRODUCTS AS PROMISING YET UNDERUTILIZED SOURCES OF NOVEL THERAPEUTICS
Ahmed Attahiru Bashar Attahiru Ahmed Musa Ahmed	Kebbi State University of Science and Technology Federal College of Education (Technical)	AGRICULTURAL WASTE DERIVED BIOPOLYMERS: A SUSTAINABLE ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL PLASTICS
Dr. Chandrama Sarkar	Pandit Deendayal Upadhyaya Adarsha Mahavidyalaya	POLYANILINE-REDUCED GRAPHENE-OXIDE COMPOSITES AND THEIR ELECTROCHEMICAL APPLICATIONS
Zahoor Ahmad Furqana Bibi	University of Engineering and Technology	FABRICATION OF Zr-MOF LOADED POLYMER MEMBRANE AND ITS POTENTIAL APPLICATION FOR GAS SEPARATION

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 09^{00}–11^{00} • Turkiye Time	• HALL-6 • SESSION-1

HEAD OF SESSION:

Md. Shaide Anshuman Prasad Harijan Abhi Barman Sandeepan Saha Dr. Sumit Kumar Biswas	Jadavpur University	COMPARISON OF SOAKED AND UNSOAKED CBR VALUES OF MOORUM OVERLAY OVER CLAY SUBGRADE
Saptarshi Das Dr. Naveen. B. P	NITTTR Kolkata	EVOLUTION OF WIND LOAD PROVISIONS FOR URBAN AREA LIKE KOLKATA METROPOLITAN CITY IN IS 875 (PART 3): A COMPARATIVE PERSPECTIVE FROM 1987 TO 2015
Md Naimul Haque Md Mahmudul Hasan Shiam Arafat Bin Azhar Md Abir Ahmed Shaikh Zamiul Ahmed	East West University	AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION FOR FLEXURAL STRENGTHENING OF RC BEAM USING EXTERNALLY UNBONDED MILD STEEL FLAT BAR
Sadman Abid Ariyan	Military Institute of Science and Technology	RAINWATER HARVESTING POTENTIAL IN DHAKA METRO STATIONS: A CASE STUDY FOR NON POTABLE WATER SUPPLY AT MIRPUR 10 STATION DHAKA, BANGLADESH
Aliyu Hassan	Air Force Institute of Technology	URBAN REGENERATION STRATEGIES FOR THE REVITALIZATION OF TUDUN NUPAWA COMMUNITY IN KADUNA, NIGERIA
AYMEN BAMAAROUF	University Hassann 2	INTELLIGENT CONTROL OF ENERGY SHARING IN WIND BASED MICROGRIDS

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-1 • SESSION-2

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Ertan YILDIRIM		
Asst. Prof. Dr. Bekir CENGIL	Cankiri Karatekin University	OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN AGRICULTURE: STANDARDS AND PRACTICES
Prof. Dr. Ertan YILDIRIM Prof. Dr. Metin TURAN Prof. Dr. Melek EKİNCİ Prof. Dr. Selda ORS CIRIK Prof. Dr. Murat AYDIN Asst. Prof. Dr. Esma YİĞİDER	Atatürk University Yeditepe University	EFFECTS OF WATER DEFICIT AND METHIONINE TREATMENT ON MINERAL CONTENT IN EGGPLANT LEAVES AND ROOTS
Prof. Dr. Melek EKİNCİ Prof. Dr. Selda ORS CIRIK Prof. Dr. Ertan YILDIRIM Prof. Dr. Tamer AKAN Prof. Dr. Murat AYDIN Asst. Prof. Dr. Esma YİĞİDER	Atatürk University Eskişehir Osmangazi University	EFFECTS OF COLD PLASMA TREATMENT ON LETTUCE SEED GERMINATION UNDER SALT STRESS
Prof. Dr. Melek EKİNCİ Prof. Dr. Metin TURAN Prof. Dr. Selda ORS CIRIK Prof. Dr. Murat AYDIN Asst. Prof. Dr. Esma YİĞİDER Prof. Dr. Ertan YILDIRIM	Atatürk University Yeditepe University	INVESTIGATION OF THE ANTI-STRESS ROLE OF IODINE IN Eruca sativa AT THE MINERAL SUBSTANCE AND PHYTOHORMONE LEVELS
Asst. Prof. Dr. Bekir CENGIL	Cankiri Karatekin University	SOCIO-ECONOMIC EVALUATION OF AGRICULTURAL ACTIVITIES IN TURKIYE: CANKIRI KIZILIRMAK EXAMPLE
Asst. Prof. Dr. Esma YİĞİDER Prof. Dr. Metin TURAN Prof. Dr. Melek EKİNCİ Prof. Dr. Selda ORS CIRIK Prof. Dr. Ertan YILDIRIM Prof. Dr. Murat AYDIN	Atatürk University Yeditepe University	ROLE OF EXOGENOUS IODINE IN PLANT GROWTH PROMOTION AND STRESS TOLERANCE IN GARDEN CRESS PLANT (Lepidium sativum L.) UNDER SALT STRESS
Asst. Prof. Dr. Esma YİĞİDER Prof. Dr. Metin TURAN Prof. Dr. Selda ORS CIRIK Prof. Dr. Melek EKİNCİ Prof. Dr. Murat AYDIN Prof. Dr. Ertan YILDIRIM	Atatürk University Yeditepe University	REORGANIZATION OF PHYTOHORMONE AND MINERAL PROFILE IN SALT-STRESSED Lepidium sativum BY IODINE
Prof. Dr. Murat AYDIN Prof. Dr. Metin TURAN Prof. Dr. Melek EKİNCİ Prof. Dr. Selda ORS CIRIK Asst. Prof. Dr. Esma YİĞİDER Prof. Dr. Ertan YILDIRIM	Atatürk University Yeditepe University	REGULATORY EFFECTS OF EXOGENOUS METHIONINE ON MINERAL AND ORGANIC ACID METABOLISM IN PEPPER SEEDLINGS UNDER DROUGHT STRESS

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-2 • SESSION-2

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Emre KİŞİ		
Süleyman YURT Asst. Prof. Dr. Oğuz ERDEM	Kırıkkale University	THE RUPTURE DISCS USED IN INDUSTRIAL PRESSURE SYSTEMS
Asst. Prof. Dr. Vildan ÖZKAN Abdulhamid SARAÇOĞLU	İskenderun Technical University	MECHANICAL STRENGTH OF BIO-BASED COMPOSITE MATERIALS
Recep KARA Assoc. Prof. Dr. Selim HARTOMACIOĞLU	Marmara University	IMPLEMENTATION OF THE REPRESENTATIVE VOLUME ELEMENT (RVE) MODEL FOR MATERIALS MANUFACTURED USING THE FDM METHOD
Mustafa Kutay YILDIRIM Assoc. Prof. Dr. Selim HARTOMACIOĞLU	Marmara University	OPTIMIZATION AND STRUCTURAL VERIFICATION OF A COUPLING USING GENERATIVE DESIGN
Tuncay Çağrı ORAK Fatih ŞEN Atamer AKBAY Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN	Çanakcılar Ceramic Industry and Trade Inc. Sakarya University of Applied Sciences	FORM-FITTING PACKAGING DESIGN FOR SANITARY CERAMIC PRODUCTS
Emine GUVEN Assoc. Prof. Dr. Nazmiye GONUL BILGIN	Zonguldak Bülent Ecevit University	CONVERGENCE ANALYSIS AND ERROR ESTIMATES FOR AN AGRATINI-TYPE OPERATOR
Asst. Prof. Dr. Emre KİŞİ	Sakarya University	TRIPOTENCY OF LINEAR COMBINATIONS OF THREE INVOLUTORY AND ONE TRIPOTENT MATRIX THAT MUTUALLY COMMUTE

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-3 • SESSION-2

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Elif DOĞAN		
Assoc. Prof. Dr. Elif ERGÜL Res. Asst. Yusuf HOPAÇ	Recep Tayyip Erdoğan University	TRAUMATIC VENTRICULAR SEPTAL RUPTURE AFTER BLUNT CHEST TRAUMA: A CASE REPORT
Dima DVAIDAR Fatmanur TURGUT Cüneyd YAVAŞ Asmaa ABUAISHA Emir NEKAY Serdar BOZLAK	Biruni University Çam Sakura City Hospital	HOMOZYGOUS c.256C>T p.(Arg86Cys) MUTATION IN THE ASS1 GENE: A CASE REPORT OF CITRULLINEMIA TYPE I
Yusuf ÇAVDAR Asst. Prof. Dr. Turan KOÇ	Kahramanmaraş Sütçü İmam University	DOES NAVICULAR BONE MORPHOMETRY DETERMINE MEDIAL FOOT ARCH? A RADIOLOGICAL ASSESSMENT
Assoc. Prof. Dr. Elif ERGÜL Res. Asst. Yusuf HOPAÇ	Recep Tayyip Erdoğan University	ACUTE CORONARY SYNDROME DUE TO RIGHT CORONARY ARTERY ANOMALY ORIGINATING FROM THE LEFT MAIN CORONARY ARTERY: A RARE CASE
Shalala Ismayilova Aytan Mammadzada Vafa Mammadova Samira Muradova Asmatkhanim Guliyeva Narinc Ibrahimova Leyla Safaraliyeva	Azerbaijan Medical University	EMPAGLIFLOSIN IMPROVES FMD IN CKD: MODULATION BY THE 786T>C POLYMORPHISM OF eNOS
Gizem AKÇİL Assoc. Prof. Dr. Sedat PER	Yozgat Bozok University Kayseri University	HORMETIC EFFECT OF METFORMIN ON THE EXPERIMENTAL EPILEPSY MODEL
Prof. Dr. Elif DOĞAN Asst. Prof. Dr. Candemir ÖZCAN Asst. Prof. Dr. Ayşe Başak DELLALBAŞI Asst. Prof. Dr. Tarık ŞAFAK Berrak Işık SOYTÜRK	Kastamonu University	A CASE of ATRESIA ANI WITH VULVA DEFORMITY in A ONE-DAY-OLD CALF
Asst. Prof. Dr. Esra Tuğçe GÜL Prof. Dr. Yusuf CUFADAR	Selçuk University	EFFECT OF DIETARY ADDITION OF CHEESE POWDER ON PERFORMANCE AND EGG QUALITY IN LAYING QUAILS

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-4 • SESSION-2

HEAD OF SESSION:

Putri Amanda Sitepu Titin Sulastri Marvel Reuben Suwitono	Universitas Advent Indonesia	DETERMINATION OF QUERCETIN CONTENT IN DANDELION (TARAXACUM OFFICINALE) ROOT BY DIFFERENT EXTRACTION METHOD USING HPLC ANALYSIS
VELVIZHI.V DR. LAVANYA BABU Dr. R. DEVI S.VARSHA S.KAMALI E.HAMSINI EISHA Dr.R. SRINIVASAN	Bharath Institute of Higher Education and Research	FDDS IN HELICOBACTER PYLORI INFECTION THERAPY – AN OVERVIEW
Huma Ikram Rumaisa Zakir Shahla Perveen Darakhshan J. Haleem	University of Karachi	INVESTIGATING THE NEUROPROTECTIVE EFFECTS OF CURCUMIN IN MITIGATING SCOPOLAMINE-INDUCED DEMENTIA
R. Devadharshini Meenatchi.S Gomathy .E Dr.W.Helen	Bharath institute of higher education and research	MEDICINE RESEARCH AND INNOVATION
Md. Shahria Islam Mahsura Alam Ethila A B M Ashraful	R. P. Shaha University	MULTI-ANALYTICAL ELUCIDATION OF BIOACTIVE METABOLITES AND ANTIOXIDANT CAPACITY IN ATALANTIA SIMPLICIFOLIA LEAF EXTRACT
Mst. Boby Aktar Bithy Nazlatun Nayma Failin Akter	Manarat International University	A REVIEW: TOXICOLOGICAL IMPLICATIONS AND POSSIBLE SOLUTIONS OF NANOPARTICLES
Diksha Rahmuddin Khan Zeenat Iqbal Dr. Aamir Mirza.	SPER	“INTEGRATIVE AI–NANOTECHNOLOGY FOR THE TARGETED AMELIORATION OF CERVICAL CANCER PROGRESSION”
David.G Deepak.S Palanisamy.A Ravi.C N Jayaramakani Dr.R.Srinivasan	Bharath Institute of Higher Education and Research	QUANTUM DOT–ENABLED PRECISION THERANOSTICS FOR EARLY-STAGE DISEASE DETECTION

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-5 • SESSION-2

HEAD OF SESSION: Assos.prof. Adila Mahmudova		
Mst Sabiha Nusrat	Texas Tech University	HIGH-PRECISION SONOGENETIC CONTROL OF ENGINEERED BACTERIA FOR SPATIOTEMPORAL CANCER IMMUNOTHERAPY
IBRAHIM, BABA USMAN BALOGU, DENNIS ODIONYENFE	IBRAHIM BADAMASI BABANGIDA UNIVERSITY	ASSESSMENT OF THE FISHERIES OF RIVER KATCHA AND LAPAI – AGAIE RESERVOIR, NIGER STATE. NIGERIA
IBRAHIM, BABA USMAN BALOGU, DENNIS ODIONYENFE	IBRAHIM BADAMASI BABANGIDA UNIVERSITY	SPECIES DIVERSITY OF EARTHWORMS IN SOME SELECTED AREAS OF NIGER STATE, NIGERIA
IBRAHIM, BABA USMAN BALOGU, DENNIS ODIONYENFE	IBRAHIM BADAMASI BABANGIDA UNIVERSITY	GILLS AND GASTROINTESTINAL PARASITES OF SYNODONTIS SCHALL IN LAPAI - AGAIE RESERVOIR, NIGER STATE, NIGERIA
Assos.prof. Adila Mahmudova Gulnar Mammadova	Azerbaijan State Pedagogical University	SYNTHESIS AND CONVERSIONS OF 2-HYDROXY-1-HALOIPHENOXY ESTERS OF DECANOL-2
Dr. Muhammad Mazhar Iqbal Labeeqa Zaheer Dr. Muhammad Bilal Dr. Mujahid Ali	West Africa Blue Water Management Research Farm	DEEP LEARNING APPROACH FOR MONITORING BLUE FRONTIER MANGROVE FORESTS ACROSS AUSTRALIA USING SENTINEL-2 IMAGERY
Atikur Rahman Kamrun Nahar Nishat Dr. Md. Rakeb-Ul Islam	Noakhali Science and Technology University	NUTRITIONAL AND MICROBIAL ASSESSMENT OF TRADITIONAL SEMI-FERMENTED FISHERIES PRODUCTS
Dr. K. VIGNESH	Palar Agricultural College	PATHOGEN POPULATION GENOMICS UNDER FUNGICIDE PRESSURE

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 11^{30}–13^{30} • Turkiye Time	• HALL-6 • SESSION-2

HEAD OF SESSION:		
Sorina Corman	Lucian Blaga University of Sibiu	THE DYNAMICS OF INSTITUTIONAL ADJUSTMENT IN LATER LIFE: A MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS OF IDENTITY, AUTONOMY AND SOCIAL INTEGRATION
Ebrahim Mohammed Ahmed Professor Gurudutta P. Japee	Gujarat University	THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENHANCING RESEARCH QUALITY ACROSS ACADEMIC DISCIPLINES
Adenike Mercy Ajayi	The Federal Polytechnic	REWRITING THE FEMININE: THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON THE REPRESENTATION OF WOMEN IN CONTEMPORARY NIGERIAN FICTION
Naiya Dr. Jitender Kumar Dr. Seema Rathee Khanak (Research Scholar) Chanpreet (Research Scholar)	IMSAR, MDU	GENDER-INCLUSIVE WORKPLACES AND THEIR EFFECT ON PRODUCTIVITY: A REVIEW-BASED ANALYSIS
Mulikat FolaShade Usman	Usmanu Danfodiyo University	THE EFFECT OF GENDER ON ENTREPRENEURIAL SKILLS IN SOKOTO METROPOLIS
Najia Mohammadi	Ahlul-Bayt International University Tehran	THE ROLE OF WOMEN İN DEVELOPING AND IMPLEMENTING CLIMATE CHANGE ADAPTATION TECHNOLOGIES: A MULTI-LEVEL ANALYSIS
Md. Azizul Haque	University of Rajshahi	HEATWAVES AND STUDENT'S HEALTH: IMPACTS AND ADAPTATION STRATEGIES
Mithu Talukder Sujan Bala Chayan Biswas Sukanta Bala Suman Bala	University of Rajshahi	TEENAGE PREGNANCY IN RURAL BANGLADESH: A QUALITATIVE STUDY ON ITS ROOT CAUSES AND IMPACTS

Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 090909

https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=wMotAXTV9hPAbbpcV3tbQ4fp3Z6K0m.1

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-1 • SESSION-3

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Perihan TÜZÜN		
Asst. Prof. Dr. Erkam Emin AYVAZ	Erciyes University	THE IMPACT OF AIR TRANSPORT, TOURISM, AND URBANIZATION ON ECONOMIC GROWTH: THE CASE OF TÜRKIYE
Lec. Hakan ATEŞ Asst. Prof. Dr. Fatih AKIN	Ataşehir Adıgüzel Vocational School Erzincan Binali Yıldırım University	AN EMPIRICAL INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH, CAPITAL ACCUMULATION, R&D EXPENDITURES AND HUMAN CAPITAL IN TÜRKİYE
Asst. Prof. Dr. Hilal OK ERGÜN Assoc. Prof. Dr. Tolga ERGÜN	Trabzon University	FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS WITH MAIRCA AND MARCOS METHODS: INFORMATION AND SOFTWARE SECTOR IN TURKEY
ASSOC. PROF. DR. ÖZLEM NİLÜFER KARATAŞ ARACI	Burdur Mehmet Akif Ersoy University	SUSTAINABILITY ASSURANCE IN TURKEY: AN EXAMINATION WITHIN THE FRAMEWORK OF THE SUSTAINABILITY ASSURANCE ENGAGEMENT STANDARD
Assoc. Prof. Dr. Perihan TÜZÜN Prof. Dr. Nurdan KUŞAT	Isparta University of Applied Sciences	EMPLOYMENT ABILITY OF THE TURKISH SERVICE SECTOR: EXAMPLE OF FINANCE AND INSURANCE ACTIVITIES
Semih EREN Asst. Prof. Dr. Mehmet Mert TÜRK	Tokat Gaziosmanpaşa University	MORTGAGE INTEREST RATES AND HOUSING MARKET INDICATORS IN TÜRKİYE (2013–2025)
Asst. Prof. Dr. Gülşah ADAM	Kütahya Dumlupınar University	SUBSTITUTION BIAS ACROSS INCOME GROUPS: EVIDENCE FROM ARGENTINA'S CONSUMER PRICE INDEX
Assoc. Prof. Dr. Fatih ÇİMEN	Manisa Celal Bayar University	A GENERAL OVERVIEW OF HADITH METHODOLOGY STUDIES DURING THE MAMLUK ERA

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-2 • SESSION-3

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Hayriye ŞENTÜRK ÇİFTÇİ		
Assoc. Prof. Dr. Hayriye ŞENTÜRK ÇİFTÇİ	İstanbul University	A BIOINFORMATIC APPROACH TO THE ROLE OF TUMOR NECROSIS FACTOR IN THE PATHOGENESIS OF AUTOIMMUNE DISEASES
Maimun MOHAMED Associate Professor Sümeyra SAVAŞ	Bandırma Onyedi Eylül University	DEVELOPMENT OF A GOLD NANOPARTICLE-BASED LATERAL FLOW TEST FOR RAPID DETECTION OF VIBRIO CHOLERA SPECIES
Res. Asst. Dr. İlknur PORSUK DORU Asst. Prof. Dr. Sakine AKAR	Van Yüzüncü Yıl University	EFFECTS OF ESCIN ON PROLIFERATION AND MIGRATION OF SH-SY5Y NEUROBLASTOMA CELLS
Ergül BELGE KURUTAŞ Seda İKİKARDEŞ	Kahramanmaras Sutcu Imam University	OXIDANT/ANTIOXIDANT CAPACITY IN TAMARINDUS INDICAN (TAMARIND) FRUIT
Muhammed Erkam BEKTAŞ Asst. Prof. Dr. Özgür KEBABCI	Sivas Cumhuriyet University	OPTIMIZATION OF LIPASE PRODUCTION FROM YARROWIA LIPOLYTICA STRAIN ISOLATED FROM SPOILED LABNE CHEESE
Gizem ÖREN ÇIBIK Sümeyra SAVAŞ	Bandırma Onyedi Eylül University	RAPID AND SENSITIVE DETECTION OF EBOLA VIRUS USING A LABEL-FREE ELECTROCHEMICAL DNA BIOSENSOR
Kübra Ceren ALAYANAK Prof. Dr. Hüseyin POLAT	Aksaray University	EFFECT OF SODIUM PYRITHIONINE APPLIED TO RATS ON HEMATOLOGICAL PARAMETER LEVELS

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-3 • SESSION-3

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Zeynep ÖZTÜRK		
Emel Yılmaz Remzi Altunışık	Sakarya Training and Research Hospital Sakarya University	AN EXPLORATIVE STUDY ON DIGITAL HEALTH LITERACY AND DIGITAL HEALTH SERVICES USAGE BEHAVIORS
Asst. Prof. Dr. Sadet KARABULUT KALKAN	Yalova University	EXAMINATION OF HERBAL SUPPLEMENT USE KNOWLEDGE LEVELS OF INDIVIDUALS OVER 60 YEARS OF AGE: THE YALOVA TERMAL EXAMPLE
Asst. Prof. Dr. Zeynep ÖZTÜRK Asst. Prof. Dr. Büşra TOSUN	Bolu Abant İzzet Baysal University	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF PROPOLIS AND OZONE ADDITION ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MTA: AN IN VITRO STUDY
Nida LALECAN Assoc. Prof. Dr. Bihter AKINOĞLU	Ankara Yıldırım Beyazıt University	BREATHING EXERCISES IN ELDERLY NURSING HOMES: A NARRATIVE REVIEW OF THE CURRENT LITERATURE
Asst. Prof. Dr. Ali KARAAĞAÇ Lec. Rahmiye Nur AKTAN YILMAZ Lec. Başak GÖKSEL KARAAĞAÇ	İstanbul Gelişim University	EVALUATION OF POSTURE, JOINT MOVEMENT AND PROPRIOCEPTION IN INDIVIDUALS WITH AND WITHOUT CHRONIC NECK PAIN
Lec. Rahmiye Nur AKTAN YILMAZ Asst. Prof. Dr. Ali KARAAĞAÇ Lec. Başak GÖKSEL KARAAĞAÇ	İstanbul Gelişim University	REVIEW OF PEER BULLYING IN CHILDREN WITH HEARING LOSS
Dr. Elifnaz İLGAR	Health Sciences University	REINTERPRETING TRADITIONAL TURKISH ART FROM A BIOART PERSPECTIVE

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-4 • SESSION-3

HEAD OF SESSION: Ephesus O. Fatunmbi		
Md. Palash Bin Faruque Saiful Islam Md. Mostafizur Rahman Palash Mondol Md. Abdul Khalek	University of Rajshahi	MODELING AND PREDICTING THE IMPACTS OF CLIMATE VARIABILITY ON GROUNDWATER IN NORTHWEST BANGLADESH THROUGH MACHINE LEARNING APPROACHES
Nur Mohamad Md. Tanvir Hossain Bhuiyan	University of Rajshahi	A COMPREHENSIVE REVIEW ON CURRENT ADVANCEMENTS AND APPLICATIONS OF BIOINFORMATICS IN DISEASE ANALYSIS
Tamima Rahman Abu Sayed Md. Al Mamun Md. Golam Hossain	University of Rajshahi	ASSESSING HEALTH RELATED QUALITY OF LIFE AND ITS ASSOCIATION WITH CHRONIC COMORBID CONDITION AMONG DIABETIC PATIENTS IN RAJSHAHI, BANGLADESH
Ephesus O. Fatunmbi	Federal Polytechnic	SIGNIFICANCE OF NONLINEAR THERMAL RADIATION AND ACTIVATION ENERGY ON FREE-CONVECTIVE MHD NANOFLUID FLOW OVER A STRETCHING DISK
Odebiyi, O.A Agemo, D.N Ayanrinola, O.W Omoniyi, S.O Adewole, E.T Fatore, T.A	Ladoke Akintola University of Technology	INVESTIGATION OF EXISTENCE AND UNIQUENESS OF SOLUTION FOR A COVID-19 TRANSMISSION DYNAMICS MODEL USING PICARD'S METHOD
Usman Yahuza Alhaji Usman, Z.N. Umar K. G. (PhD) Hussaini, I	Niger State College of Education Minna Federal University of Technology Minna	THE LEVEL OF UTILIZATION OF VIDEO CONFERENCING PLATFORM FOR LEARNING AMONG UNDERGRADUATE STUDENTS IN NIGER STATE, NIGERIA
Ekijere Nathan Monday Dr. David Ikwuoche John Dr. Ogunmola Adeniyi Oyewole	Federal University Wukari	NONLINEAR RANDOMISED COMPLETE BLOCK DESIGN AND ANALYSIS OF SAPONINS EFFECT ON CRUDE OIL SPILL REMEDIATION.
Sathisha A B Ashwini M Rao K S Basavarajappa	Government First Grade College Bapuji Institute of Engineering and Technology	MATHEMATICAL ANALYSIS ON PHYSIOLOGICAL EFFECT OF CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY CANCER DUE TO HABIT OF SMOKING

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-5 • SESSION-3

HEAD OF SESSION: Prof. Assoc. Dr. Fatjona Kamberi		
Nerta Lazi Eralba Zenelaj Jasemin Todri Orges Lena	UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia	CROSS-CULTURAL ADAPTATION, TRANSLATION, AND VALIDATION OF THE BERG BALANCE SCALE FOR USE IN THE ALBANIAN-SPEAKING POPULATION STUDY PROTOCOL
Ph.D(c). Saemira Durmishi Prof.Assoc. Rezarta Lalo PhD(c) Erlini Kokalla Dr. MitildaGugu	"Ismail Qemali" University "Aleksandër Xhuvani" University	THE IMPACT OF DIET IN THE LAST WEEKS OF PREGNANCY – FOODS THAT HELP FOR AN EASIER DELIVERY
Alireza Bakhtiyari Saeed Aeenehvand Arezoo Alimohammadi Fatemeh Dezhgard Rahim Azari	Tehran University of Medical Sciences Shiraz University of Medical Sciences	ANALYSIS OF ORGANOPHOSPHORUS AND CARBAMATE PESTICIDE RESIDUES IN APPLE FRUITS FROM MASHHAD, IRAN
Mihaela-Corina BUCUR	Post-Secondary School of Health Asanka Sante Medical Center Society of Victimology	THE ESSENTIAL ROLE OF NURSING DIAGNOSIS IN PATIENT-CENTERED CARE PLANNING
Arnob Dey Nil	Habiganj Agricultural University	RABIES AWARENESS AND PREVENTION EDUCATION AMONG CHILDREN UNDER 15 YEARS OF AGE IN THE ASIAN REGION: A ONE HEALTH PERSPECTIVE
Md. Jan Sadur Rahman Moon Soikot Kawria Mst. Ismat Ara Begum	University of Rajshahi	PREVALENCE AND ANTIBIOTIC RESISTANCE OF ESCHERICHIA coli, Klebsiella spp., Salmonella spp., and S. AUREUS FROM SALAD IN LOCAL FOOD VENDORS OF RAJSHAHI CITY, BANGLADESH.
Prof. Assoc. Dr. Fatjona Kamberi Msc. Elda Xhaferaj PhD student Velide Pulomemoj	University of Vlore "Ismail Qemali" Brataj Health Center University of Rome Tor Vergata	EMERGENCY-RELATED DISRUPTIONS IN CHRONIC DISEASE CARE: INSIGHTS FROM RURAL ELDERLY PATIENTS IN ALBANIA
Rajae Bouzidi Idrissi Nabila ZRIRA	Mohammed V University MINES-RABAT School	ENHANCING LUNG CANCER CLASSIFICATION THROUGH ADVANCED DATA BALANCING TECHNIQUES

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 14^{00}–16^{00} • Turkiye Time	• HALL-6 • SESSION-3

HEAD OF SESSION:

Dr. Monika STOJANOVA Prof. Dr. Sani DEMIRI Prof. Dr. Olga POPOVSKA Prof. Dr. Arita SABRIU HAXHIJAHA	Mother Teresa University	FUNCTIONAL FOODS IN THE CIRCULAR ECONOMY: SUSTAINABLE PRODUCTION WITHOUT SYNTHETIC ADDITIVES
ABDULLAHI GABI MUHAMMAD ALHASSAN GABI USMAN MOHAMMED YAKUBU MANBE RANI ABDULLAH ABUBAKAR MOHAMMED NDAYANKPA NAFISAT	Kaduna Polytechnic Ibrahim Badamasi Babangida University	PRODUCTION AND SENSORY EVALUATION OF AN ENRICHED PUDDING USING COMPOSITE FLOUR OF NORMAL FLOUR, SWEET POTATO FLOUR, MILK AND EGGS
Safura Kousar Ali Imran Usman Naeem Usama Tahir Fareeha Ijaz	Government College University The University of Lahore	CHARACTERIZATION AND DEVELOPMENT OF NOPAL CACTUS (PRICKLY PEAR) FLOUR-BASED BAKERY PRODUCTS
Abdul Waheed Atiq Ahmad	Bahauddin Zakariya University Buffalo Research Institute	LONG TERM TRENDS OF MILK PRODUCTION IN NILI-RAVI BUFFALOES ENCOMPASSING PAST FIVE DECADES
Asst. Prof. Babita Gupta	Institute of Technology and Management Gida Gorakhpur	REVOLUTIONIZING CANCER DIAGNOSIS: THE POTENTIAL OF 3D PRINTED NANOSENSORS
Bipasha Ray	Saroj International University	INNOVATIONS IN ARTIFICIAL TISSUE ENGINEERING
V.Ranjani Dr. R. Srinivasan Dr. R. Devi	Bharath Institute of Higher Education and Research	NANOTECHNOLOGY IN DRUG DELIVERY: ENHANCING THERAPEUTIC OUTCOMES

Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 090909

https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=wMotAXTV9hPAbbpcV3tbQ4fp3Z6K0m.1

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-1 • SESSION-4

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Gülbahtiyar DEMİREL		
Hatice Kübra Er Asst. Prof. Dr. Hayrani Eren BOSTANCI	Sivas Cumhuriyet University	ANTICANCER ACTIVITY OF ALOE VERA
Res. Asst. Merve KURT Prof. Dr. Gülbahtiyar DEMİREL	Sivas Cumhuriyet University	THE PLACE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN NORMAL VAGINAL BIRTH
Ruveyda AYAZ Asst. Prof. Dr. Hayrani Eren BOSTANCI	Sivas Cumhuriyet University	ARTICLE REVIEWS ON MEDIA SELECTION IN CELL CULTURE APPLICATIONS
Res. Asst. Merve KURT Prof. Dr. Gülbahtiyar DEMİREL	Sivas Cumhuriyet University	THE MIDWIFE AS A MEMBER OF THE TEAM IN OBSTETRIC EMERGENCIES
Ebranur DUMAN Asst. Prof. Dr. Hayrani Eren BOSTANCI	Sivas Cumhuriyet University	THE EFFECTS OF BENZIMIDAZOLE AND ITS DERIVATIES ON CANCER CELLS
Nurhan KORKUT Asst. Prof. Dr. Meltem AKBAŞ	Çukurova University	CRISES IN WOMEN'S LIFE CYCLE AND MIDWIFERY APPROACHES
Betül YILDIZ Asst. Prof. Dr. Hayrani Eren BOSTANCI	Sivas Cumhuriyet University	THE GUIDING ROLE OF NCCN GUIDELINES IN EVIDENCE-BASED DECISION-MAKING FOR ANTICANCER DRUG SELECTION AND MANAGEMENT, AND ITS IMPACT ON CLINICAL PHARMACY PRACTICE
Asst. Prof. Dr. Hüdaverdi ARSLAN Anıl Erdağ NOMER Sena Nur DEMİREL Prof. Dr. Nadir DİZGE Assoc. Prof. Dr. Mutlu YALVAÇ	Mersin University Uludag University	OPTIMIZATION OF THE INDUSTRIAL TREATMENT SLUDGE USE IN VERMICOMPOST PRODUCTION
Yaden ELEKÇİ Asst. Prof. Dr. Meltem AKBAŞ	Çukurova University	CONFLICTS THAT MAY ARISE DURING PREGNANCY AND THE DECISION-MAKING PROCESS FOR THESE CONFLICTS

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-2 • SESSION-4

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Mücahit MUSLU		
Melike ORKAN Sumeyra SAVAS	Bandırma Onyedi Eylül University	LABEL-FREE ELECTROCHEMICAL DETECTION OF HELICOBACTER PYLORI USING CARBON DOT-FUNCTIONALIZED ELECTRODES
Asst. Prof. Dr. Mücahit MUSLU	Kastamonu University	COLD SHOWERS AS AN ADJUNCT APPROACH TO BODY WEIGHT MANAGEMENT: EVIDENCE ON BROWN ADIPOSE TISSUE ACTIVATION AND ENERGY EXPENDITURE
Asst. Prof. Dr. Deniz GÜR Asst. Prof. Dr. Menşure CANPOLAT Asst. Prof. Dr. Demet BİÇKİ	Atlas University Okan University Aydın University	PUBLIC PERCEPTIONS OF HEALTHCARE WORKERS DURING THE COVID-19 PANDEMIC
İftihar ÇELEBİ	Azerbaijan Technical University	COMPARATIVE RELIABILITY ANALYSIS FOR WORM GEARS
Hazal İrem GÖĞÜŞ GÜLSER Assoc. Prof. Dr. Zeynep Aslı GÜREL	Gazi University	TRANSFORMATION OF PARTICIPATION IN URBAN PLANNING THROUGH THE INDUSTRIAL REVOLUTIONS

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-3 • SESSION-4

HEAD OF SESSION: Lec. Yağmur ATEŞ		
Kərimova Vüsalə Ağazadə Şəfiqə əliyeva Aylin əfəndiyeva Ayişə Salamova Fatimə	ADPU Azerbaijan State Pedagogical College	THE “IRON FIST” EPIC
Səriyyə Abidova Elşən qızı	Quba şəhəri “Soyqırımı Memorial Kompleksi”	DÜNYA MUZEYLƏRİNDƏ İSLAMIN İZLƏRİ
Lec. Yağmur ATEŞ	İstanbul Bilgi University	NEW HORIZONS IN SUSTAINABILITY ACCOUNTING: THE TRANSFORMATION OF MEASURING, RECORDING, AND REPORTING NON-FINANCIAL INFORMATION THROUGH NATURAL LANGUAGE PROCESSING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
Zeliha ARSLAN Asst. Prof. Dr. Didem SEMERCİ ARIKAN	Ordu University	AN EXAMINATION OF GRADUATE THESES ON ADAPTATION AND BEHAVIORAL PROBLEMS IN EARLY CHILDHOOD
Feride Kazımlı Elçin qızı	Azerbaijan State Pedagogical University	THE IMPACT OF GLOBALIZATION ON NATIONAL AND MORAL VALUES

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-4 • SESSION-4

HEAD OF SESSION:

Md Abid Alam Nashin Saiyara Teothy Mst. Kamrun Nahar Muhammad Waresul Hassan Nipun	Rajshahi University of Engineering & Technology	PERFORMANCE EVALUATION OF BUS RAPID TRANSIT (BRT) IN DHAKA, BANGLADESH
Jannatun Nayeem Nigar Samiur Rahman Sabbir Hossain	Jahangirnagar University	ASSESSING AIR POLLUTION DYNAMICS (2018-2024) CORRELATING WITH LAND USE TO STRENGTHEN CLIMATE RESILIENCE IN SAVAR USING GOOGLE EARTH ENGINE
Kamel BELHADJ TAHAR Abdellatif ADJOUDJ Mohammed missoum BENMEDDAH	University Morsli Abdellah of Tipaz University Abdelhamid Ibn Badis of Mostaganem	ASSESSMENT OF THE IMPACT OF POLLUTION AND URBAN GROWTH AT THE PORT OF TIPAZA« north of Algeria »
OLOIDI, Akintunde John OMALI, Obiageli Kay KAYODE, Chinonye Emilia	University of Nigeria	AN EVALUATION OF JOB SATISFACTION AND EFFICIENCY AMONG HOTEL WORKERS: A STUDY OF CONCORD HOTEL, OWERRI, IMO STATE
Dr. Loreta Semaškienė dr. Sinilga Černulienė	Lietuvos inžinerijos kolegija / Higher Education Institution	RARE PROTECTED WOODY PLANTS OF LİTHUANİAN FORESTS
Most. Sajeda Akter Faria Islam Banani Afrin Iffat Ara Md. Anisul Kabir Akib Javed	Islamic University Institute of Water Modelling (IWM)	ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL KNOWLEDGE PROFILE AND AWARENESS GAPS IN KUSHTIA MUNICIPALITY, BANGLADESH
Rincy A Anila George	University of Kerala	SCRAP WASTE MANAGEMENT PRACTICES IN ATTINGAL MUNICIPALITY: A SURVEY-BASED STUDY ON DEALERS, RESIDENTS, AND MUNICIPAL AUTHORITIES

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-5 • SESSION-4

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Abdelhamid Ben El-Eid El-Moussaoui		
Dr. Ilda Muçmataj	University of Tirana	THE COLLECTIVE MANAGEMENT ORGANIZATIONS IN ALBANIA. PRESENT EXPERIENCES AND FUTURE CHALLENGES.
Md. Fahim Shahriar Paris Chakma Sampurna Chakma	University of Rajshahi University of Dhaka	CLOSING THE LEARNING DISPARITIES BETWEEN INDIGENOUS PEOPLES: INSIGHTS FROM NANIYARCHAR, CHITTAGONG HILL TRACTS, BANGLADESH.
Associate Professor Sheyla Moroni	University of Florence	'I MEDICI': AN AUDIOVISUAL DRAMA. FROM LOCAL FASCISM TO GLOBAL WESTERN STEREOTYPES.
Mr. MD AKASH ALI	University of Rajshahi	FROM EMERGENCE TO CONTESTATION: EVOLUTION-NEGOTIATION-DIFFERENTIATION OF CLIMATE NORMS IN COP1-COP29
Anjeza LIÇENJI Saimir MUÇMATAJ	University of Tirana	ELECTIONS AND DEMOCRACY: FROM PROMISES TO GOVERNANCE PRACTICES – A COMPARATIVE PERSPECTIVE BETWEEN ITALY AND ALBANIA
Prof. Dr. Abdelhamid Ben El-Eid El-Moussaoui Researcher. Zahraa Adel Hassan	Imam Al-Kadhim University	THE ROLE OF THE IRAQI MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS IN SHAPING FOREIGN POLICY AFTER 2003- AN ANALYTICAL STUDY
Alfiora Fortuzi Fatjon Çajupi	---	THE EVOLUTION OF PROTECTION AGAINST DISCRIMINATION IN EMPLOYMENT RELATIONS UNDER EUROPEAN UNION LEGISLATION AND CASE LAW

Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 090909

https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=wMotAXTV9hPAbbpcV3tbQ4fp3Z6K0m.1

DATE	TIME	SESSION
• 04.12.2025	• 16^{30}–18^{30} • Turkiye Time	• HALL-6 • SESSION-4

HEAD OF SESSION:		
Mst. Shamima Akter Faria Islam Banani Afrin Iffat Ara Md. Anisul Kabir Akib Javed	Islamic University Institute of Water Modelling (IWM)	OCCUPATIONAL HEALTH PROBLEMS AMONG TOBACCO FARMERS ACROSS DIFFERENT STAGES OF TOBACCO CULTIVATION IN THE KUSHTIA DISTRICT
Swarnali Akter	University of Rajshahi	GEOSPATIAL MODELING OF URBAN FLOOD VULNERABILITY IN DHAKA CITY: AN INTEGRATED REMOTE SENSING, GIS, AND AHP-FUZZY SMCE APPROACH
Md. Faresh Hossen	University of Chittagong	TROPICAL CYCLONE VULNERABILITY OF BHASANCHAR ISLAND, BANGLADESH
Rafia Razzak Ria Faria Islam Banani Afrin Iffat Ara Md. Anisul Kabir Akib Javed	Islamic University Institute of Water Modelling (IWM)	AN EVALUATION OF CAPACITY GAPS AND GOVERNANCE BARRIERS IN INTERNAL MEDICAL WASTE MANAGEMENT SYSTEMS IN HOSPITALS OF RANGPUR, BANGLADESH
Laila Anjum Eva Iffat Ara Shahin Ali Rubaiatul Islam Zerin Md. Akib Javed Md. Anisul Kabir	Islamic University Institute of Water Modelling (IWM)	ASSESSMENT OF RAINWATER HARVESTING SYSTEMS AND COMMUNITY PERCEPTIONS IN THE SOUTHWESTERN COASTAL BANGLADESH
Faria Islam Banani Afrin Iffat Ara Md. Kamrul Hossain Rubaiatul Islam Zerin Md. Anisul Kabir Akib Javed	Islamic University Institute of Water Modelling (IWM)	QUANTIFYING SPATIAL DIFFERENTIATION OF SOCIOECONOMIC AND GOVERNANCE STRESSORS SHAPING RESIDENT CRIME PERCEPTION IN RAJSHAHI METROPOLITAN AREA, BANGLADESH
Md Mahmudur Rahman Md Sabbir Hosain A H M Monzurul Mamun Md Mujibor Rahman	Khulna University Pabna University of Science and Technology	PASSENGERS PERCEPTION AND SATISFACTION TOWARD THE RAILWAY TRANSPORT SYSTEM IN BANGLADESH
Md Sabbir Hosain Mst. Jafrunnahar Joly A H M Monzurul Mamun	Pabna University of Science and Technology	PUBLIC PERCEPTION AND COMMUNITY ENGAGEMENT IN SOLID WASTE MANAGEMENT IN PABNA MUNICIPALITY, BANGLADESH

Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 090909

https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=wMotAXTV9hPAbbpcV3tbQ4fp3Z6K0m.1

CONTENTS
FULL TEXTS
VOLUME-1

AUTHOR	TITLE	No
Ahmed Attahiru Bashar Attahiru Ahmed Musa Ahmed	MARINE NATURAL PRODUCTS AS PROMISING YET UNDERUTILIZED SOURCES OF NOVEL THERAPEUTICS	1
Abdelhamid Ben El-Eid El-Moussaoui Zahraa Adel Hassan	THE ROLE OF THE IRAQI MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS IN SHAPING FOREIGN POLICY AFTER 2003- AN ANALYTICAL STUDY	5
Afroja SULTANA Shafayet HOSSAIN	THERMAL, OPTICAL, AND ELECTRICAL PROPERTY INVESTIGATION OF $FeAl_2O_4$ SPINEL OBTAINED BY SOLID-STATE REACTION METHOD	12
Ahmed Attahiru Bashar Attahiru Ahmed Musa Ahmed	AGRICULTURAL WASTE DERIVED BIOPOLYMERS: A SUSTAINABLE ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL PLASTICS	28
Ahmet Fatih DALDAL	THE CONCEPT OF LEADERSHIP FROM PAST TO PRESENT	33
Ahmet Serdar SERTER	THE EFFECT OF VEHICLE MASS AND VOLUME CHANGES ON ENERGY CONSUMPTION IN N2 CATEGORY ELECTRIC CARGO VAN VEHICLES	39
Ahmet Yavuz ÇAMLI Aziz Can ŞENSAZLI	DISCUSSING THE SUSTAINABILITY OF TURKEY-KAZAKHSTAN RELATIONS IN THE CONTEXT OF POLITICAL ECONOMY	47
Akın ÇALIŞKAN İsmet KANDİLLİ Özkan MÜNÜKLÜ	COMPARATIVE ANALYSIS OF WELDING SIMULATOR APPLICATIONS AND WELDING TRAINING METHODS	62
Ali İhsan ÇELİK Leyla KADERLİ Abdullah YILDIZ Hanife BÜYÜKÇEKİÇ Sena KIRMIZITAŞ Reyhan Meltem DEMİRTAŞ	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF FLAX FIBER, GOAT HAIR, AND GLASS FIBER ADDITIONS IN HYDRAULIC LIME AND BRICK DUST-BASED KHORASAN MORTAR	70
Ali KARAAĞAÇ Rahmiye Nur AKTAN YILMAZ Başak GÖKSEL KARAAĞAÇ	EVALUATION OF POSTURE, JOINT MOVEMENT AND PROPRIOCEPTION IN INDIVIDUALS WITH AND WITHOUT CHRONIC NECK PAIN	85
Anjeza LIÇENJI Saimir MUÇMATAJ	ELECTIONS AND DEMOCRACY: FROM PROMISES TO GOVERNANCE PRACTICES – A COMPARATIVE PERSPECTIVE BETWEEN ITALY AND ALBANIA	95
Arif ÇETİN	MOTIVATIONS FOR MASTER ATHLETES TO PARTICIPATE IN MARATHONS	103
Arif Emre AKTAS	COMPUTATİONAL HEAT TRANSFER ANALYSİS OF MİCROCHANNEL HEAT SİNKS WİTH DİFFERENT SHAPES	112
Arif Kaan UĞUŞ Mehmet Taciddin AKÇAY	ARTIFICIAL INTELLIGENCE-ENHANCED RELAY SYSTEMS FOR DYNAMIC PROTECTION OF THREE PHASE INDUCTION MOTORS	122
Atila DEMİRÖZ Ramazan ÇİVİCİ Mustafa ONÜÇYILDIZ	STUDY AND EVALUATION OF RED MUD WASTE IN GEOTECHNICAL AND STRUCTURAL APPLICATIONS: A LITERATURE REVIEW)	145

Ayşe ASİLTÜRK	DİJİTALLEŞEN İŞ HAYATINA UYUM: YENİ TEKNOLOJİLER VE MEZUNLARDAN BEKLENTİLER	153
Ayşe ASİLTÜRK	DÜNYA DİJİTAL REKABETÇİLİK SIRALAMASINDA TÜRKİYE'NİN KONUMU	158
Ayşe Nur Uslu	INTERCULTURAL MEAL SHARING AND RITUAL PRACTICES: A COMPARATIVE STUDY OF ETHNIC CULINARY TRADITIONS	168
Ayşe Nur Uslu	SOCIAL AND CULTURAL IMPLICATIONS OF MODERN HEALTHY EATING TRENDS: A SYSTEMATIC REVIEW	178
Barış ÖZDEMİR Mehmet Taciddin Akçay	A RISK-BASED APPROACH TO REDUCING LLM HALLUCINATIONS IN CYBERSECURITY: THE LLM-HRM FRAMEWORK	191
Batuhan GÖÇEN	A STUDY ON DRIPPING ISSUES in HOUSEHOLD BEVERAGE BREWING and PREPARATION TOOLS	201
Bekir CENGIL	SOCIO-ECONOMIC EVALUATION OF AGRICULTURAL ACTIVITIES IN TURKIYE: CANKIRI KIZILIRMAK EXAMPLE	213
Bekir CENGIL	OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN AGRICULTURE: STANDARDS AND PRACTICES	219
Betül YEL Aylin SABANCI BAYRAMOĞLU Berker DAL	EVALUATING FACTORS AFFECTING HOUSING PRICES USING MACHINE LEARNING MODELS: THE CASE OF DENIZLI	230
BETÜL YILDIZ HAYRANİ EREN BOSTANCI	THE GUIDING ROLE OF NCCN GUIDELINES IN EVIDENCE-BASED DECISIONMAKING FOR ANTICANCER DRUG SELECTION AND MANAGEMENT, AND ITS IMPACT ON CLINICAL PHARMACY PRACTICE	244
Bilge Nur Gunes Hande Aydin Demirci Huseyin Selcuk Kilic	IDENTIFICATION AND PRIORITIZATION OF SPAM CALL FACTORS USING FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (FAHP)	248
Bui Hoang Tan Le Thi Minh Thu	POLITICS AND STATE INSTITUTIONS UNDER THE LY DYNASTY: POWER STRUCTURE AND ADMINISTRATIVE ORGANIZATION	259
Burcu Hercan Yakup Onur KOCA Osman EREKUL	TÜRKİYE'DE TARIMIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ, STRATEJİK ÖNEMİ VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR	273
Burcu Hercan Yakup Onur KOCA Osman EREKUL	TÜRKİYE'DE TARLA BİTKİLERİ ÜRETİM SİSTEMİNİN YAPISAL ANALİZİ: İKLİM, SU, TOPRAK VE GİRDİ BİLEŞENLERİ	278
Büşranur YALÇIN	TRACES OF WESTERNIZATION IN EVERYDAY LİFE İN ISTANBUL DURİNG THE CRİMEAN WAR	287
Cansu AVCI	THE PERCEPTION OF SPACE IN ANNIE ERNAUX'S NOVEL *A WOMAN'S STORY*	299
CHUKWUEMEKA G. EME	IMPACT OF RURAL-URBAN MIGRATION OF YOUTHS ON SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF NIGERIA (EMPIRICAL EVIDENCE FROM ABIA STATE, NIGERIA)	305
CHUKWUEMEKA G. EME	QUALITY MANAGEMENT PRACTICES AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE, AND CUSTOMER SATISFACTION IN SMALL & MEDIUMSIZED ENTERPRISES (SMEs) IN NIGERIA	316

CHUKWUEMEKA G. EME	ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE NIGER-DELTA-REGION OF NIGERIA- A CASE OF OGONI-LAND	330
Deepak Bansal Aditya Bansal	DESIGN AND DEVELOPMENT OF NOVEL APPROACH FOR FILE SHARING FOR SECURITY USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY	348
Defne ÖCAL KAPLAN	A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BALANCE PARAMETERS, ANTHROPOMETRİC CHARACTERISTICS, AND NAVİCULAR DROP VALUES IN YOUNG FEMALE VOLLEYBALL, HANDBALL, AND BASKETBALL PLAYERS	355
Deniz GÜR Menşure CANPOLAT Demet BİÇKİ	PUBLIC PERCEPTIONS OF HEALTHCARE WORKERS DURING THE COVID-19 PANDEMIC	362
Devran BENGÜ	FROM THE SPATIALITY OF SOCIAL CAPITAL TO DESIGN NORMS: A CONTEXTSENSITIVE ANALYTICAL PROTOCOL	369
Dima DVAIDAR Fatmanur TURGUT Cüneyd YAVAŞ Asmaa ABUAISHA Emir NEKAY Serdar BOZLAK	*ASS1* GENİNDE HOMOZİGOT c.256C>T p.(Arg86Cys) MUTASYONU: SİTRÜLİNEMİ TİP I OLGU SUNUMU	382
Ebranur DUMAN Hayrani Eren BOSTANCI	THE EFFECTS OF BENZIMIDAZOLE AND ITS DERIVATIES ON CANCER CELLS	387
Elif DOĞAN Candemir ÖZCAN Ayşe Başak DELLALBAŞI Tarık ŞAFAK Berrak Işık SOYTÜRK	A CASE of ATRESIA ANI WITH VULVA DEFORMITY in A ONE-DAY-OLD CALF	395
Emel Yılmaz Remzi Altunışık	AN EXPLORATIVE STUDY ON DIGITAL HEALTH LITERACY AND DIGITAL HEALTH SERVICES USAGE BEHAVIORS	400
Emine GUVEN Nazmiye GONUL BILGIN	CONVERGENCE ANALYSIS AND ERROR ESTIMATES FOR AN AGRATINI-TYPE OPERATOR	408
Ender Zümre Muneeb Jadallah Muhammed ŞAHİN Adem Doğangün	SEISMIC PERFORMANCE OF AN EIGHT-STORY RC BUILDING UNDER SEQUENTIAL EARTHQUAKES: A CASE STUDY FROM THE 2023 MALATYA EVENTS	425
Ergül BELGE KURUTAŞ Seda İKİKARDEŞ	TAMARINDUS INDICA (DEMİRHİNDİ) MEYVESİNDE OKSİDAN/ ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ	437
Erkan FİDAN	METHODOLOGICAL APPROACHES AND SCIENTIFIC DOCUMENTATION IN ARCHAEOLOGICAL EXCAVATIONS	443
Erkan FİDAN	CONTEMPORARY APPROACHES AND METHODOLOGICAL ADVANCES IN ARCHAEOLOGICAL SURFACE SURVEYS	447

Ertan YILDIRIM Metin TURAN Melek EKİNCİ Selda ORS CIRIK Murat AYDIN Esma YİĞİDER	EFFECTS OF WATER DEFICIT AND METHIONINE TREATMENT ON MINERAL CONTENT IN EGGPLANT LEAVES AND ROOTS	452
Esma YIGIDER Metin TURAN Melek EKINCI Selda ORS CIRIK Ertan YILDIRIM Murat AYDIN	ROLE OF EXOGENOUS IODINE IN PLANT GROWTH PROMOTION AND STRESS TOLERANCE IN GARDEN CRESS PLANT (Lepidium sativum L.) UNDER SALT STRESS	460
Esma YIGIDER Metin TURAN Selda ORS CIRIK Melek EKINCI Murat AYDIN Ertan YILDIRIM	REORGANIZATION OF PHYTOHORMONE AND MINERAL PROFILE IN SALTSTRESSED Lepidium sativum BY IODINE	472
Esra KAYA Tugay AYAŞAN Behlül SEVİM	USE OF TURNIP (*BRASSICA RAPA*) IN RUMINANT AND POULTRY NUTRITION	482
Esra KAYA Tugay AYAŞAN Behlül SEVİM	USE OF PLANTAIN (*PLANTAGO* SPP.) IN POULTRY NUTRITION: EFFECTS ON BROILER AND LAYING CHICKENS	489
Esra Tuğçe GÜL Yusuf CUFADAR	EFFECT OF DIETARY ADDITION OF CHEESE POWDER ON PERFORMANCE AND EGG QUALITY IN LAYING QUAILS	496
Eyüp Can MAVİ Erdem AKBOY	ANALYSIS OF DUAL OUTPUT ZERO VOLTAGE SWITCHING FULL BRIDGE DC-DC CONVERTER	501
Fatih ÇİMEN	MEMLÜKLER DÖNEMİ HADİS USULÜ ÇALIŞMALARINA GENEL BİR BAKIŞ	510
Fatima Bint Hassan Zainab Hassan Abdulazeez Musa Salamatu Abdulkadir Kasim	STRENGTHENING WOMEN'S ENTREPRENEURSHIP FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN BIDA LOCAL GOVERNMENT AREA OF NIGER STATE	521
Fatma Özsel ÖZCAN Mahmut TUĞLUER	EFFECTS OF PLANT SELECTION IN EDIBLE LANDSCAPES ON HEALTHY NUTRITION AND SUSTAINABILITY	528
Feride Kazımlı Elçin qızı	THE IMPACT OF GLOBALIZATION ON NATIONAL AND MORAL VALUES	535
Furkan YILDIRIM	DESIGN, MODELING, REVERSE POLARITY PROTECTION APPROACHES, AND PERFORMANCE ANALYSIS OF AUXILIARY ALTERNATOR SYSTEMS IN MILITARY VEHICLES	542
Gazment Koduzi	FROM SEMASHKO TO BISMARCK: CHALLENGES FOR IT'S IMPLEMENTATION IN ALBANIA	552
Gizem AKÇİL Sedat PER	HORMETIC EFFECT OF METFORMIN ON THE EXPERIMENTAL EPILEPSY MODEL	559
Gizem ÇELEBİ Halime SUVAY EKER	TOPLUMSAL CİNSİYET PERSPEKTİFİNDEN TÜRKİYE'DE DİJİTAL EŞİTSİZLİK: 1EĞİTİM, GELİR VE İSTİHDAMIN ETKİSİ	571
Gülçin GÜNDÜZ	KIYI KENTLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR MEKANSAL YAKLAŞIMLAR: MERSİN ÖRNEĞİ	578

Gülçin GÜNDÜZ	TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜMÜN KENTSEL DONATI TASARIMINA ETKİSİ: MERSİN KIYI ŞERİDİ ÖRNEĞİ	588
Gülşah ADAM	SUBSTITUTION BIAS ACROSS INCOME GROUPS: EVIDENCE FROM ARGENTINA'S CONSUMER PRICE INDEX	596
Gülşen ALTINTAŞ İrem Ceyda KURT	METAPHORİCAL PERCEPTİONS OF PROSPECTİVE TEACHERS REGARDİNG THE "PLACE OF TEACHERS İN SOCİETY''	608
Hakan ATEŞ Fatih AKIN	AN EMPIRICAL INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH, CAPITAL ACCUMULATION, R&D EXPENDITURES AND HUMAN CAPITAL IN TÜRKİYE	627
Hatice AKBAŞ Faruk GÖRGÜLÜ	THE PRINCIPLES OF VERBAL COMMUNICATION IN THE QUR'AN IN THE CONTEXT OF ELMALILI HAMDİ YAZIR'S EXEGESIS OF THE 'TRUE RELIGION OF THE QUR'AN'	638
Hatice BAL Hale DEMİR KAYAN	FROM TRADITIONAL RITUAL TO URBAN SPACE: THE RESHAPING OF CONDOLENCE (TAZIYE) CULTURE IN DIYARBAKIR	649
Hatice Kübra Er Hayrani Eren Bostancı	ANTICANCER ACTIVITY OF ALOE VERA	655
Hayriye ŞENTÜRK ÇİFTÇİ	A BIOINFORMATIC APPROACH TO THE ROLE OF TUMOR NECROSIS FACTOR IN THE PATHOGENESIS OF AUTOIMMUNE DISEASES	662
Hazal İrem GÖĞÜŞ GÜLSER Zeynep Aslı GÜREL	TRANSFORMATION OF PARTICIPATION IN URBAN PLANNING THROUGH THE INDUSTRIAL REVOLUTIONS	667
Hilal OK ERGÜN Tolga ERGÜN	FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS WITH MAIRCA AND MARCOS METHODS: INFORMATION AND SOFTWARE SECTOR IN TURKEY	673
Hüdaverdi ARSLAN Anıl Erdağ NOMER Sena Nur DEMİREL Nadir DİZGE Mutlu YALVAÇ	OPTIMIZATION OF THE INDUSTRIAL TREATMENT SLUDGE USE IN VERMICOMPOST PRODUCTION	692
Hülya ÖZTÜRK DOĞAN Neslihan ÇELEBİ Arzu KAVAZ YÜKSEL	EFFECT OF Pd NANOPARTICLES ON ETHANOL ELECTRO-OXIDATION ACTIVITY OF CeO_2 NANOSTRUCTURES	705
İbrahim Beşen Eren COŞKUN	TÜRKÇE KURUMSAL BİLGİ TABANLARINDA RAG VE YEREL LLM ENTEGRASYONU: DESTEK SÜREÇLERİNİN HIZLANDIRILMASI	709
İbrahim Beşen Eren COŞKUN	ENDÜSTRİYEL ÜRETİMDE KESTİRİMCİ BAKIM VE OPTİMİZASYON: KALAN FAYDALI ÖMÜR TAHMİNİ VE PARAMETRE YÖNETİMİ	715
İftihar ÇELEBİ	COMPARATIVE RELIABILITY ANALYSIS FOR WORM GEARS	724
Ilda Muçmataj	THE COLLECTIVE MANAGEMENT ORGANIZATIONS IN ALBANIA. PRESENT EXPERIENCES AND FUTURE CHALLENGES	730
Ina Sejdini Imelda Sejdini Ardita Todri	A DISCRIMINANT ANALYSIS BASED ON FINANCIAL INDICATORS FOR CLASSIFYING SME GROWTH IN ALBANIA	742

İsmail Çağrı DOĞAN	EXPLORATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE STUDIES IN HUMAN RESOURCES MANAGEMENT: BIBLIOMETRIC COUPLING ANALYSIS	749
Kaan DÜZDEMİR	THE THREATS OF DEEPFAKE CONTENTS REGARDING THE PERSONAL RIGHTS: AN ANALYSIS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE CONSTITUTION OF REPUBLIC OF TURKEY	759
Kaan DÜZDEMİR	ANALYSIS OF THE RIGHT TO PROPERTY IN THE CONTEXT OF CONCRETE DECISIONS OF THE EUROPEAN COURT OF HUMAN RIGHTS	767
Kadyrova Gulnur Makhsatkhankyzy Kypshakbaeva Aigerim Kuanyshbekkyzy	ENHANCING LEARNERS' GRAMMAR PROFICIENCY WITH THE HELP OF INFORMATION AND TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES IN ENGLISH EDUCATION	774
Kazi Redwan Rafi Mithila Rahman Efat Ara Haque	YARNS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A DEEP LEARNING APPROACH FOR TEXTILE WASTE GENERATION AND MANAGEMENT IN SOME AREAS OF DHAKA	781
Kristaq Gjyli	FINANCIAL REGULATION AND CORPORATE GOVERNANCE IN THE CONTEXT OF THE BRUSSELS EFFECT	789
Kübra Ceren ALAYANAK Hüseyin POLAT	SIÇANLARA UYGULANAN SODYUM PİRİTİONİN HEMATOLOJİK PARAMETRE DÜZEYLERİNE ETKİSİ	801
Küçük Mustafa HAYTA Cihan BAYRAKTAR	ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED APPLICATIONS AND METHODS AFFECTING DIGITAL MARKETING STRATEGIES IN MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS	815
Laila Anjum Eva Iffat Ara Shahin Ali Rubaiatul Islam Zerin Akib Javed Anisul Kabir	ASSESSMENT OF RAINWATER HARVESTING SYSTEMS AND COMMUNITY PERCEPTIONS IN THE SOUTHWESTERN COASTAL BANGLADESH	825
Le Thi Thuy Huong Bui Hoang Tan	THE ENDURING VALUE OF HO CHI MINH'S IDEOLOGY IN THE CONTEMPORARY ERA	841
Leyla BEKENSİR Berrak Elif TOSUN	THE ROLE OF EAR TRAINING IN PLAYING FROM MEMORY ON THE PIANO: THE RELATIONSHIP BETWEEN AURAL ANTICIPATION AND MOTOR MEMORY	848
Leyla KADERLİ Ali İhsan ÇELİK Hanife BÜYÜKÇEKİÇ Sena KIRMIZITAŞ Reyhan Meltem DEMİRTAŞ Abdullah YILDIZ	THE EFFECT OF GOAT HAIR ADDITION ON STRUCTURAL BEHAVIOR IN HYDRAULIC LIME AND TILE DUST BASED ROMAN MORTARS FOR RESTORATION PURPOSES	855
Lisanatun Kasanah Zahra Indari Umayah Alreiska Roudlotul Hikmah	THE DYNAMICS OF EXPECTATIONS AND REALITIES IN THE IMPLEMENTATION OF GREEN FINANCE IN INDONESIA'S TRANSITION TO INDUSTRY 5.0: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW	868
Mahmudur Rahman Sabbir Hosain Monzurul Mamun Mujibor Rahman	PASSENGERS PERCEPTION AND SATISFACTION TOWARD THE RAILWAY TRANSPORT SYSTEM IN BANGLADESH	885

Mahmut TUĞLUER Fatma Özsel ÖZCAN	EVALUATION OF EDIBLE LANDSCAPES IN URBAN AREAS IN TERMS OF FOOD SAFETY	892
Maimun MOHAMED Sumeyra SAVAS	DEVELOPMENT OF A GOLD NANOPARTICLE-BASED LATERAL FLOW TEST FOR RAPID DETECTION OF VIBRIO CHOLERA SPECIES	901
Mamta Sharma Sandeep K Sharma	INNOVATIVE TEACHING PARADIGMS FOR GENERATION Z IN INDIAN HIGHER EDUCATION: BRIDGING TRADITION AND TECHNOLOGY UNDER NEP 2020	907
Mehmet Ali SALIK Ümit SALIK Songül GÜLER	THE CITY WHERE CULTURE, ART, AND FLAVOR MEET – ERZİNCAN: GEOGRAPHICAL INDICATION REGISTERED PRODUCTS	919
Mehmet Ali SALIK	THE BLACK PEARL OF ERZİNCAN: A REVIEW ON THE QUALITY CHARACTERISTICS AND BIOACTIVITY OF THE GEOGRAPHICALLY INDICATED “CİMİN ÜZÜMÜ (GRAPE)”	931
Mehmet BULDUK Veysel CAN Murat BOZKURT	THE IMPACT OF AL-GENERATED VIDEOS ON CHILDREN’S CIRCUMCISION PROCESS	940
Mehmet KESKİN	TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ BAĞLAMINDA NÂBÎ’NİN HAYRİYYE’SİNE DİDAKTİK BİR BAKIŞ	946

MARINE NATURAL PRODUCTS AS PROMISING YET UNDERUTILIZED SOURCES OF NOVEL THERAPEUTICS

[1]Ahmed Attahiru, [2]Bashar Attahiru and [1]Ahmed Musa Ahmed
[1]Kebbi State University of Science and Technology, Aliero, Department of Pure and Industrial Chemistry, Faculty of Physical Sciences
[2]Federal College of Education (Technical), Yauri, Science Education Department

Abstract
This study explores marine natural products as underexplored but highly promising sources of new drugs, focusing on their unique chemical diversity and pharmacological potential. Marine organisms produce structurally diverse metabolites with significant bioactivities, yet remain vastly underexplored in drug discovery. To examine the current landscape of marine natural product research, highlight key bioactive compounds, identify challenges limiting their full utilization, and propose strategic pathways for future exploration. A comprehensive review of recent literature, case studies of clinically relevant marine derived compounds, and analysis of technological advancements supporting marine drug discovery was conducted. Findings reveal that marine organisms, particularly sponges, tunicates, marine microbes, and algae, produce compounds with potent anticancer, antimicrobial, antiviral, anti-inflammatory, and neurological activities. Several marine derived drugs such as trabectedin and eribulin demonstrate the therapeutic value of this resource. Despite these successes, challenges including limited accessibility, low natural abundance, ecological concerns, and technological bottlenecks persist. Marine natural products hold remarkable promise for novel drug development, and advancements in analytical chemistry, genomics, synthetic biology, and sustainable harvesting techniques are paving the way for enhanced discovery and utilization.
Keywords: Marine natural products, Drug discovery, Marine biodiversity, Bioactive compounds, Natural product

1. Introduction

Marine ecosystems represent the largest and most chemically diverse biosphere on Earth, hosting millions of species capable of producing structurally unique secondary metabolites. These compounds often arise from extreme ecological pressures such as competition, predation, and environmental stress, leading to the evolution of potent chemical defenses (Blunt et al., 2018). Consequently, marine natural products have attracted global research interest for their broad pharmacological potential, particularly in oncology, infectious diseases, inflammation, and neurological disorders.

Despite this promise, marine natural product discovery remains underdeveloped relative to terrestrial sources. Only a small fraction of marine biodiversity has been chemically examined, even though marine organisms often produce metabolites with unprecedented scaffolds not found in land-based organisms (Carroll et al., 2020). This review examines the landscape of marine natural product research, highlighting chemical diversity, notable drug leads, technological advancements, and persistent challenges hindering full utilization.

2. Chemical Diversity of Marine Natural Products

Marine organisms synthesize structurally distinctive metabolites such as polyketides, peptides, terpenoids, alkaloids, and mixed-biosynthesis compounds with unusual halogenation, sulfation, and macrocyclic structures (Leal et al., 2020). Sponges, tunicates, marine microbes, and macroalgae are among the richest sources due to their evolutionary adaptation to nutrient-poor, competitive environments.

Marine sponges produce an exceptionally high number of novel scaffolds, including nucleosides, macrolides, and complex terpenoids (Mehbub et al., 2014). Marine cyanobacteria and actinomycetes generate potent cytotoxic compounds such as curacins and salinosporamide A, while tunicates produce peptide-based metabolites like ecteinascidins (Jimenez et al., 2018). This chemical diversity forms the foundation for marine drug discovery.

3. Pharmacological Activities of Marine Natural Products

3.1 Anticancer Activity

Marine derived anticancer agents exhibit strong cytotoxicity via apoptosis induction, tubulin disruption, DNA binding, and proteasome inhibition. The best known examples include:

- **Trabectedin**, derived from the tunicate *Ecteinascidia turbinata*, used in soft tissue sarcoma treatment (D'Incalci & Galmarini, 2010).
- **Eribulin**, a synthetic analog of halichondrin B from marine sponges, approved for metastatic breast cancer (Towle et al., 2019).

3.2 Antimicrobial and Antiviral Activity

Marine bacteria and sponges produce metabolites that inhibit resistant pathogens. Examples include marinopyrroles, which demonstrate potent activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (Wu et al., 2014), and algal sulfated polysaccharides with broad antiviral activity (Ahmadi et al., 2015).

3.3 Anti-inflammatory and Neuroprotective Activity

Marine polyunsaturated fatty acids, carotenoids, and brominated compounds reduce inflammatory cytokines and oxidative stress (Pangestuti & Kim, 2017). Compounds such as pseudopterosins from soft corals exhibit strong anti-inflammatory properties.

These activities highlight the therapeutic versatility of marine metabolites.

4. Clinically Relevant Marine-Derived Drugs and Candidates

Several compounds derived from marine organisms have progressed to clinical use or advanced development stages.

4.1 Approved Marine Derived Drugs

- **Trabectedin**: anticancer (tunicate)
- **Eribulin**: anticancer (sponge)
- **Brentuximab vedotin**: antibody drug conjugate incorporating monomethyl auristatin E from marine cyanobacteria (Senter & Sievers, 2012)
- **Ziconotide**: analgesic derived from cone snail peptides (Olivera et al., 1999)

4.2 Promising Candidates in Clinical Trials

- **Plitidepsin**, a cyclic depsipeptide from tunicates, displays anticancer and antiviral activity (Leal et al., 2020).
- **Salinosporamide A**, a potent proteasome inhibitor from *Salinispora tropica*, is undergoing clinical evaluation for multiple cancers (Feling et al., 2003).

These successes support the continued exploration of marine chemical space.

5. Technological Advancements Accelerating Marine Drug Discovery

5.1 Metagenomics and Genome Mining

Metagenomic sequencing helps identify biosynthetic gene clusters in uncultivable microorganisms, revealing previously inaccessible natural product pathways (Wilson et al., 2014). Genome mining tools now predict metabolite structures and guide targeted isolation.

5.2 Advanced Analytical and Spectroscopic Tools

High-resolution mass spectrometry, cryo NMR, and molecular networking have revolutionized dereplication and structural elucidation (Quinn et al., 2017). These tools accelerate identification of new compounds and reduce redundancy in discovery pipelines.

5.3 Synthetic Biology and Semi Synthetic Approaches

Synthetic biology platforms enable heterologous expression of marine biosynthetic pathways, overcoming limitations of natural abundance (Zhang et al., 2021). Semi synthetic modifications allow optimization of potency, stability, and pharmacokinetics.

5.4 Sustainable Harvesting and Aquaculture

Aquaculture of sponges, algae, and tunicates provides renewable biomass, reducing ecological impacts and ensuring steady supply (Duckworth & Battershill, 2003). Fermentation of marine microbes also supports scalable production.

6. Challenges Limiting Marine Natural Product Utilization

Despite remarkable progress, several obstacles persist:

- **Low natural abundance** of metabolites leads to supply issues (Carroll et al., 2020).
- **Ecological and ethical concerns** restrict large scale harvesting of fragile species (Duckworth & Battershill, 2003).
- **Cultivation difficulties** limit access to many marine microbes (Wilson et al., 2014).
- **Complex structural features** make total synthesis costly and time consuming (Zhang et al., 2021).

Addressing these barriers will require integrated scientific, technological, and regulatory strategies.

7. Future Perspectives

Future advancements will depend on:

- Integration of computational metabolomics and AI-driven structure prediction
- Enhanced marine biodiversity conservation to protect bioactive species
- Development of ecofriendly cultivation and fermentation approaches
- Expansion of synthetic biology platforms for scalable production
- Stronger industry academia partnerships

Marine ecosystems remain an immense, largely untapped reservoir of pharmacologically relevant molecules, and continued innovation is expected to unlock groundbreaking therapeutic discoveries.

8. Conclusion

Marine natural products represent one of the most promising frontiers in drug discovery due to their unparalleled chemical diversity and potent bioactivities. Although challenges such as limited accessibility, ecological concerns, and complex chemical structures hinder rapid development, technological advancements in genomics, analytical chemistry, and synthetic biology are rapidly reshaping the field. Continued interdisciplinary research and sustainable exploration strategies will be essential for realizing the full therapeutic potential of marine derived metabolites.

References

Ahmadi, A., Zorofchian Moghadamtousi, S., Abubakar, S., & Zandi, K. (2015). Antiviral potential of algae derived metabolites. *BioMed Research International*, 2015, 825203.

Arrieta, A., Lugue, R., & Ramos, M. (2019). Marine derived polymers for biomedical applications. *Materials Science and Engineering C*, 97, 1119–1134.

Babu, R., Dhamodharan, R., & Suresh, S. (2013). Polyhydroxyalkanoates from microbial fermentation. *Journal of Polymers and the Environment*, 21(2), 475–480.

Blunt, J. W., Copp, B. R., Keyzers, R. A., Munro, M. H., & Prinsep, M. R. (2018). Marine natural products review. *Natural Product Reports*, 35(1), 8–53.

Carroll, A. R., Copp, B. R., Davis, R. A., Keyzers, R. A., & Prinsep, M. R. (2020). Marine natural products. *Natural Product Reports*, 37, 175–223.

D'Incalci, M., & Galmarini, C. M. (2010). A review of trabectedin (ET-743). *Cancer Treatment Reviews*, 36(5), 500–506.

Duckworth, A. R., & Battershill, C. N. (2003). Sponge aquaculture for drug production. *Journal of Biotechnology*, 100(2), 147–159.

Feling, R. H., Buchanan, G. O., Mincer, T. J., et al. (2003). Salinosporamide A discovery. *Angewandte Chemie*, 42(3), 355–357.

Jimenez, P. C., Wilke, D. V., & Costa-Lotufo, L. V. (2018). Marine organisms as a source of bioactive molecules. *Drug Discovery Today*, 23(4), 939–949.

Leal, C., Melo, V. M. M., & Pessoa, O. (2020). Marine derived peptides and depsipeptides. *Marine Drugs*, 18(4), 209.

Mehbub, M. F., Lei, J., Franco, C., & Zhang, W. (2014). Marine sponge derived natural products. *Biotechnology Advances*, 32(2), 338–350.

Olivera, B. M., Rivier, J., Clark, C., et al. (1999). Ziconotide discovery. *Annual Review of Neuroscience*, 22, 421–460.

Pangestuti, R., & Kim, S. K. (2017). Marine bioactive compounds for inflammation. *Marine Drugs*, 15(10), 326.

Quinn, R. A., Nothias, L. F., Vining, O., et al. (2017). Molecular networking for metabolite discovery. *Nature Protocols*, 12, 1006–1021.

Senter, P. D., & Sievers, E. L. (2012). ADCs in cancer therapy. *Nature Biotechnology*, 30(7), 631–637.

Towle, M. J., Salvato, K. A., Wels, B. F., et al. (2019). Eribulin mechanism and clinical development. *Journal of Medicinal Chemistry*, 62(17), 8210–8231.

Wilson, M. C., Mori, T., Ruckert, C., et al. (2014). Ocean metagenomics and natural product discovery. *Nature*, 506, 58–62.

Wu, M., Ma, B., Pan, X., et al. (2014). Marinopyrroles as potent anti MRSA agents. *Journal of Antibiotics*, 67(5), 387–389.

Zhang, C., Seyedsayamdost, M. R., & Moore, B. S. (2021). Synthetic biology for marine natural products. *Chemical Reviews*, 121(10), 4993–5041.

THE ROLE OF THE IRAQI MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS IN SHAPING FOREIGN POLICY AFTER 2003- AN ANALYTICAL STUDY

Prof. Dr. Abdelhamid Ben El-Eid El-Moussaoui
Researcher. Zahraa Adel Hassan
Imam Al-Kadhim University / Department of Political Science

Abstract
This research aims to analyze the role of the Algerian Ministry of Foreign Affairs in formulating foreign policy after 2003, based on the ministry's victorious national framework, and examine the administrative and organizational developments it has witnessed under Yemen's new political system, which emphasizes pluralism and democracy. This came after decades of isolation and authoritarianism, which led it to undertake the task of rebuilding the country's political landscape, necessary for a strategy that addresses Iraq's international presence and its position within the regime and its aides.
The ministry sought to seek structural reforms to rehabilitate the diplomatic apparatus, including the requirements of the transitional and structural phase. These reforms were implemented by developing the administrative structure, including new specialized directorates, and adopting standard criteria for employee selection. The ministry also sought to play strategic roles in related issues, such as strengthening fraternal relations, activating Iraq's participation in international organizations, and security, terrorism, and economic diplomacy.
Despite the challenges it faced, including political competition, limited domestic staff, and external pressures, the Ministry of Foreign Affairs was able to chart a new course for Iraqi foreign policy: engagement, openness, and the restoration of sovereignty. This reflected its growing importance as an effective tool for advancing national interests and gaining beneficial political traction.
Therefore, I began to look to the Ministry of Foreign Affairs' experience as an updated model for upward transformation from formal to external structure with a unified and strategic vision. This requires completing this path through robust reforms, global integration, and the consolidation of a national culture, not a multicultural one, in dealing with issues.
Keywords: Foreign policy, Iraqi Ministry of Foreign Affairs, democratic transition, diplomatic decision-making, institutional challenges, international relations.

Introduction

Following 2003, Iraq witnessed fundamental transformations in its political and institutional structure, which directly impacted its foreign policy. The collapse of the previous regime opened the Iraqi state to a new diplomatic landscape, necessitating a radical restructuring of its foreign relations on foundations fundamentally different from those of previous decades. In this context, the Iraqi Ministry of Foreign Affairs emerged as a key player in reshaping Iraq's regional and international image, particularly after decades of isolation and political tensions.
With the establishment of the pluralistic political system based on the 2005 Constitution, the Ministry of Foreign Affairs was entrusted with more complex roles, moving beyond its traditional protocol functions to formulate a foreign policy that reflects national interests within a framework of political pluralism and multiple centers of decision-making. Despite political, security, and economic challenges, the Ministry has strived to develop a new diplomatic discourse based on partnership, cooperation, respect for sovereignty, and regional openness. Among the most prominent indicators of this transformation is the Ministry's

gradual success in reopening a large number of Iraqi embassies abroad, signing bilateral and multilateral cooperation agreements, and actively participating in international forums, including Arab summits and United Nations conferences.

All of this represents tangible signs of a more balanced and realistic foreign policy aimed at restoring Iraq's international standing, particularly in the areas of regional security, energy, counterterrorism, and economic cooperation.

The importance of this research stems from its attempt to analyze the performance of the Iraqi Ministry of Foreign Affairs in the post-2003 period, moving away from stereotypical perceptions associated with institutional weakness, and focusing instead on the interim successes that the ministry was able to achieve, despite the structural and political challenges. This gives the study new analytical dimensions that complement the national academic effort in understanding the course of modern Iraqi foreign policy.

Section One: The Institutional Framework of the Iraqi Ministry of Foreign Affairs After 2003

After 2003, Iraq faced significant challenges in establishing its political and constitutional system, necessitating the restructuring of state institutions on new foundations that would meet the requirements of the transitional phase towards democracy. The Iraqi Ministry of Foreign Affairs was among the most prominent institutions that underwent profound institutional transformations, both in its administrative structure and its diplomatic functions. The Ministry's legal and organizational framework was reshaped within the new Iraqi state structure, based on the 2005 Iraqi Constitution, which granted it clear powers to represent Iraq abroad and participate in formulating foreign policy according to the principle of separation of powers and the integration of roles among sovereign bodies.

This institutional transformation was manifested in the Ministry's efforts to move from traditional centralized administration to a more professional diplomatic approach that takes into account political pluralism and openness to the regional and international environment. The internal organizational structure was also strengthened through the establishment of specialized directorates, the activation of the Foreign Service Institute to train personnel, and the modernization of the system of foreign representation to align with the principles of professionalism and efficiency. However, these transformations were not without challenges, most notably the impact of political quotas on certain aspects of administrative decision-making and the continued overlap between political and partisan considerations in diplomatic appointments.

Understanding the institutional framework of the Ministry of Foreign Affairs after 2003 requires a comprehensive study of the legal, organizational, and administrative structures that were reshaped under an emerging democratic system. This study focuses on the extent to which this structure can support the Iraqi state's foreign policy and enable it to play an active role in regional and international relations.

First Paragraph: Constitutional and Institutional Transformation

After 2003, the structure of the Iraqi state was restructured on constitutional and pluralistic foundations. This was directly reflected in the nature of the work of sovereign institutions, most notably the Ministry of Foreign Affairs, which underwent profound organizational and administrative transformations. According to the 2005 Iraqi Constitution, the Ministry became part of the executive branch and subject to the principle of separation of powers. This granted it relative independence in managing the state's foreign policy and contributed to restructuring its organization to meet the requirements of the new phase. Articles 110, 80, and 84 of the Constitution stipulate the federal government's powers in managing foreign relations, thus affirming the Ministry's position within the new constitutional framework.

Second Paragraph: Structural Challenges and the Duality of Personnel.

The initial transitional phase was characterized by significant challenges in activating the Ministry's institutional framework. The Ministry inherited a weak diplomatic apparatus

divided between veteran personnel working under the previous centralized system and new personnel belonging to the modern political structure. Thus, the Ministry faced a dual task: first, reforming its administrative and functional structure; and second, aligning its diplomatic vision with the new pluralistic democratic system. The Ministry began developing plans to restructure its departments, redistribute tasks among its directorates, and modernize the foreign service system according to standards of professional and geographical representation.

Third Paragraph: Functional Specialization and Expansion of Departments

After 2003, the Ministry's scope of work expanded to include the establishment of specialized directorates dealing with files of national priority, such as economic relations, international organizations, neighboring countries' affairs, human rights, and counterterrorism. This indicated a qualitative shift in the perception of diplomatic work as part of the state's comprehensive strategy, rather than merely a formal external representation. Prominent examples of this include the establishment of the "Department of International Organizations and Conferences" and the "Department of Bilateral Relations," which now play effective coordinating and negotiating roles in representing Iraq regionally and internationally.

Paragraph Four: Qualifying Professional Staff and Structural Imbalances

The Ministry sought to establish new professional standards for the work of the diplomatic corps by training staff through the Foreign Service Institute and adopting mechanisms for selecting personnel based on merit rather than political or partisan affiliation. However, these policies were not without difficulties, given the continued influence of political quotas in some aspects of diplomatic appointments, which sometimes weakened the effectiveness of institutional decision-making, as documented by Al-Jubouri.

Paragraph Five: Results of Institutional Transformation

Despite these challenges, the Ministry of Foreign Affairs was able to achieve a degree of institutional cohesion, which contributed to restoring a minimum level of the Iraqi state's ability to express its position in international forums, participate effectively in regional and Arab conferences, and sign cooperation agreements with numerous countries. This makes the Ministry's experience an example of a gradual transition from an authoritarian legacy to institutional diplomatic management with a technical and strategic character.

Section Two: Transformations in the Substance of Iraqi Foreign Policy After 2003

The changes that affected the Iraqi Ministry of Foreign Affairs after 2003 were not limited to restructuring the diplomatic corps, but also included strategic shifts in the ministry's roles. These shifts were reflected in the level of Iraq's engagement with its international environment and the redefinition of its foreign policy priorities. Through its network of regional and international relations, the ministry contributed to shaping Iraq's positions on several vital issues, such as regional security, combating terrorism, economic liberalization, and integration with international organizations. These roles represent a new direction in Iraqi foreign policy based on the principles of balance, multilateralism, and proactive diplomacy.

Paragraph One: Reformulating Diplomatic Priorities After the Occupation

After 2003, Iraq faced a complex geopolitical reality that compelled it to reformulate its foreign policy priorities in line with the requirements of sovereignty and the restoration of its regional and international role. The Ministry of Foreign Affairs played a pivotal role in formulating these priorities. In the first phase, it focused on the US withdrawal and the restoration of sovereignty, then moved towards regional openness and strengthening good neighborly relations, and later contributed to the international war on terror. These shifts were reflected in the speeches of foreign ministers and the statements issued at regional conferences in which Iraq participated.

Second Paragraph: Economic Diplomacy as a Tool for International Integration

The Ministry of Foreign Affairs has placed increasing importance on economic diplomacy as a means to achieve internal stability, attract investment, and strengthen external economic

relations. This was embodied in the economic and trade cooperation agreements signed by the Ministry with neighboring countries and major powers, in addition to its participation in international economic conferences, such as the Kuwait Conference for the Reconstruction of Iraq in 2018. At this conference, the Ministry demonstrated an active presence in coordinating with international partners, which contributed to bolstering Iraq's position as a recovering and partner nation.

Third Paragraph: Revitalizing Relations with Regional and International Organizations

The Ministry of Foreign Affairs sought to restore Iraq's active membership in international organizations and intensify its participation in regional conferences and summits, such as those of the League of Arab States, the Organization of Islamic Cooperation, and the United Nations. This strategic role was manifested in adopting balanced positions on regional issues and presenting Iraqi initiatives to resolve crises, including the mediation initiative between Iran and Saudi Arabia in recent years. The Ministry also activated multilateral negotiation tools and sought to enhance Iraq's presence in international forums through its missions in New York, Geneva, and Cairo.

Paragraph Four: Security Diplomacy and Counterterrorism

The Ministry of Foreign Affairs played a pivotal role in mobilizing international support for Iraq in its fight against terrorism, especially during the rise of ISIS. Through its diplomatic channels, the Ministry secured political and logistical support from the international community, including Security Council resolutions and support from the international coalition. The Ministry also worked to portray Iraq as a country fighting terrorism on behalf of the world, thus strengthening the legitimacy of its participation in regional and international security.

Paragraph Five: Balance in Iraq's Foreign Relations

After 2003, the Ministry of Foreign Affairs adopted a policy of balance in its relations with regional and international powers, avoiding involvement in conflict axes, as was evident in its relations with both the United States and Iran. While the ministry sought to maintain a strategic partnership with Washington, it was simultaneously careful to preserve strong relations with Tehran. This strategy was embodied in a policy of positive neutrality, which enabled Iraq to play a mediating role in numerous crises and avoid being drawn into wider regional conflicts.

Section Three: Challenges Facing the Iraqi Ministry of Foreign Affairs After 2003

Despite the positive transformations witnessed by the Iraqi Ministry of Foreign Affairs after 2003 at both the institutional and strategic levels, its work was not without structural and political challenges that limited its ability to achieve the state's foreign policy objectives. The Ministry faced obstacles related to the fragile security situation, political divisions, partisan interference, and, at times, weak institutional efficiency. This section presents the most prominent of these challenges through four main themes.

Section One: General Security and Environmental Challenges

The unstable security environment in Iraq, especially during the years of occupation and the post-ISIS period, posed a significant obstacle to effective diplomatic work. Many Iraqi embassies were closed due to security risks, and terrorist attacks and internal unrest affected the freedom of movement of diplomats and Iraq's ability to host international conferences or attract diplomatic missions. This prompted the Ministry to adopt cautious policies and focus on indirect diplomatic channels at certain times.

Section Two: Political Interference and Partisan Quotas

The Ministry of Foreign Affairs suffered from partisan interference in the selection of personnel and the allocation of diplomatic missions, negatively impacting its neutrality and institutional efficiency. Some qualified professionals were replaced by individuals with partisan backgrounds who lacked sufficient diplomatic experience, damaging Iraq's image in

international forums and weakening the Ministry's performance on certain sensitive issues. Several critical studies have addressed this phenomenon as one of the most significant obstacles to building a professional diplomatic institution.

Section Three: Limited Funding and Human Resources

The Ministry suffered from inadequate annual budget allocations, which impacted its operational capabilities, the maintenance of mission headquarters, and the development of its personnel. Furthermore, some Iraqi embassies suffer from a severe shortage of trained staff, which has weakened Iraq's ability to represent its interests in some important capitals. This is attributed to the lack of a clear strategic vision for resource allocation and its alignment with foreign policy priorities. Paragraph Four: Weak Coordination Between Ministries and Sovereign Institutions

The Ministry of Foreign Affairs has often operated in isolation from other sovereign institutions, such as the Prime Minister's Office or Parliament, on matters requiring a high degree of coordination, such as international negotiations or bilateral agreements. This institutional separation has led to confusion in foreign policy decision-making and conflicting positions, particularly on issues related to national sovereignty or formulating stances on regional conflicts. Oversight reports emphasize the need for a national foreign policy coordination system that integrates all relevant actors.

Conclusion:

Iraqi foreign policy after 2003 underwent profound structural and strategic transformations. The Ministry of Foreign Affairs was at the heart of these transformations, as the institution responsible for formulating and implementing the state's foreign policy. Despite the security, political, and financial challenges it faced, it succeeded in establishing a new institutional framework that reflects Iraq's aspirations for international engagement and its efforts to overcome the legacy of the previous regime.

The Ministry played a prominent role in rebuilding the network of international relations, developing diplomatic tools, and fostering openness to the regional and international communities. It was also responsible for articulating Iraq's new positions, based on the principles of sovereignty, non-interference, and active participation in international organizations.

However, these successes were not without challenges, particularly those related to power-sharing based on sectarian quotas, political interference, and weak internal coordination. This necessitates fundamental institutional reforms and the institutionalization of foreign policy decision-making, free from unprofessional influences, to enhance the effectiveness of Iraqi diplomacy in the future.

Recommendations:

1.Strengthen the independence of the Ministry of Foreign Affairs by amending some of the laws governing its work and ensuring its neutrality from partisan rivalries.

2. Re-evaluate the mechanisms for diplomatic appointments, adopting the principle of merit and experience, moving away from quotas.

3. Develop the infrastructure of embassies and diplomatic missions, and provide sustainable financial and human resources.

4. Activate coordination between the Ministry of Foreign Affairs and other sovereign institutions by forming a Supreme Council for Foreign Policy.

5. Invest in training diplomatic personnel through advanced programs at the Foreign Service Institute, in cooperation with international diplomatic centers.

6. Adopt a diplomatic media strategy to project a positive image of Iraq abroad.

These recommendations represent a practical framework for developing the institutional performance of the Ministry of Foreign Affairs, thereby strengthening Iraq's regional and

international standing and reflecting its aspirations to build an independent and effective foreign policy.

Sources

1- The Iraqi Constitution of 2005, Articles (80, 84, 110).
2-Al-Azzawi, Abdul Salam, "The Role of the Constitutional Framework in Regulating Iraqi Foreign Relations." Journal of Political Science, University of Baghdad, Issue 66, 2022, pp. 45–68.
3-Al-Kubaisi, Ammar, "Iraqi Foreign Policy: From Retreat to Activation." Journal of Political Science, Issue 62, 2018, pp. 112–134. University of Baghdad.
4- Abdul Rahman, "Institutional Transformations in Iraqi Diplomacy." Baghdad: Iraqi Center for Political Studies, 2022.
5- Al-Azzawi, Abdul Salam (2022), previously cited source, p. 67.
6-The Permanent Iraqi Constitution. Iraqi Gazette, Issue 4012, Baghdad, December 28, 2005.
7-Al-Maamouri, Mustafa, "Reforming Diplomatic Administration in Iraq after 2003." Karbala University Journal of Humanities, Volume 19, Issue 3 (2021): 255–270
8-Al-Kubaisi, Ammar Qahtan, "Iraqi Foreign Policy: From Retreat to Activation." Journal of Political Science, University of Baghdad, Issue 56 (2018): 31–60.
9- Al-Jubouri, Raad, "The Problem of Professionalism in Appointments to the Iraqi Foreign Service." Political Horizons Journal, Issue 51 (2020): 121–140.
10- Asaad Abdul Rahman, "Institutional Transformations in Iraqi Diplomacy." Baghdad: Iraqi Center for Political Studies, 2022.
11- Al-Janabi, Ali, "Iraqi Foreign Policy After 2003: Variables and Strategies." Middle East Studies Journal, Volume 13, Issue 2 (2019): 65–88.
12-Al-Moussawi, Huda, "The Shifting Priorities of Iraqi Diplomacy in Light of International Changes." Iraqi Journal of Political Science, Issue 63 (2021): 88–105.
13- Saadoun, Muhannad. "Iraqi Economic Diplomacy: Stakes and Potential." Journal of Economics and Development, Volume 11, Issue 1 (2019): 55–72.
14-Al-Ubaidi, Fatima. "Reconstruction and Economic Diplomacy in Iraq After ISIS." Journal of the College of Political Science – University of Mosul, Volume 8, Issue 2 (2022): 101–119.
15-Abdullah, Hussein. "Iraq's Return to the International Community: Dimensions of the Diplomatic Role." Journal of International Relations, Issue 17 (2020): 34–52.
16-Khalid, Sanaa. "Activating Multilateral Diplomacy in Iraqi Foreign Policy." Journal of International Politics – Baghdad, Issue 21 (2023): 76–94.
17-Al-Shammari, Taha. "Iraqi Diplomacy and Confronting Terrorism." National Security Journal, Issue 9 (2021): 43–61.
18- Al-Dulaimi, Akram. “Iraq’s Efforts in Combating Terrorism from an International Relations Perspective.” Journal of Strategic Affairs, Issue 27 (2020): 70–89.
19-Al-Tamimi, Khalil. “Iraqi Foreign Policy and Regional Balance.” Arab Journal of Political Science, Issue 44 (2022): 92–111.
20-Al-Rawi, Safaa. “Positive Neutrality in Iraqi Foreign Policy: A Case Study.” University of Kufa Journal of Political Studies, Volume 15, Issue 2 (2021): 118–135.
21-Al-Zaidy, Maitham. “The Impact of the Security Environment on Iraqi Diplomatic Work.” Journal of Security Sciences, Issue 7 (2021): 55–73.
22-Al-Akeeli, Zainab. “Iraqi Diplomacy in Light of Contemporary Security Challenges.” International Politics Journal – Al-Nahrain University, Volume 12, Issue 1 (2020): 88–104.
23- Hamid, Fadhil, “Quota System and its Impact on Iraqi State Institutions.” Iraqi Journal of Political Studies, Issue 10 (2019): 34–49.
24-Al-Yassiri, Muhammad, “Partisanship and Public Administration in Iraq after 2003.” Journal of Law and Political Studies, Issue 15 (2022): 61–78.

25- Al-Shammari, Ahmed, "Public Finance and Performance Challenges in the Ministry of Foreign Affairs." Journal of Administration and Development, Issue 5 (2020): 91–106.
26-Khalaf, Buthaina, "Human Resource Analysis in Iraqi Diplomacy." Journal of Political Science – University of Kufa, Volume 9, Issue 2 (2023): 112–130.
27-Raad, Hassan, "Managing Iraqi Foreign Policy: Challenges of Coordination and Decision-Making." National Security Journal, Issue 8 (2021): 44–59.
28. Jabbar, Khalil. "Iraqi Diplomacy: Lack of Coordination and Weak Effectiveness." Arab Journal of International Relations, Issue 4 (2018): 77–93.

THERMAL, OPTICAL, AND ELECTRICAL PROPERTY INVESTIGATION OF $FeAl_2O_4$ SPINEL OBTAINED BY SOLID-STATE REACTION METHOD

Afroja SULTANA
M.Sc. Student, Department of Physics, University of Rajshahi, Rajshahi 6205, Bangladesh
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-9442-4135
Shafayet HOSSAIN
M.Sc. Student, Department of Physics, University of Rajshahi, Rajshahi 6205, Bangladesh
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-8836-8063

ABSTRACT

$FeAl_2O_4$ crystals were successfully synthesized using the conventional solid-state reaction method, ensuring effective diffusion and homogeneous mixing of the precursor oxides. The synthesized compound was characterized using TGA/DTA, FTIR, UV–Vis spectroscopy, and electrical resistivity measurements to evaluate its physicochemical properties. Thermal behavior and phase evolution were examined through Thermogravimetric and Differential Thermal Analysis (TGA/DTA), which displayed distinct endothermic and exothermic transitions associated with the formation and stabilization of the spinel phase. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) further confirmed the development of the spinel lattice through the identification of characteristic Fe–O and Al–O vibrational modes. Optical properties were investigated using UV–Visible spectroscopy in the 300–800 nm wavelength range, revealing high transmittance in the visible region and strong absorption in the UV region. The optical band gap was estimated to be 3.58 eV, establishing $FeAl_2O_4$ as a wide band gap semiconductor with excellent transparency. Electrical resistivity measurements performed using the two-probe method demonstrated semiconducting behavior, with conductivity increasing at elevated temperatures. The activation energies corresponding to different temperature regions were calculated to be 0.30 eV at 363–390 K and 7.84 eV at 613–616 K. The combined thermal, optical, and electrical results confirm that $FeAl_2O_4$ possesses multifunctional characteristics suitable for advanced material studies.

Keywords: $FeAl_2O_4$ Spinel, Solid-State Reaction, Thermal and Optical Characterization, Electrical Resistivity

INTRODUCTION

Hercynite ($FeAl_2O_4$) is one of the pure components of the spinel group minerals that have the general formula $A^{2+}B_2^{3+}O_4$, which describes the spinel compound with normal cation distribution which means that all the divalent cations occupy tetrahedral sites, whereas all the trivalent cations are located in the octahedral environment [1]. It occurs in rocks changed by strong heat and pressure, as well as in dark, heavy volcanic rocks [2].

The application of hercynite in refractory materials due to its high melting point of 1780 ℃ [4], density close to other refractory oxides of 4.05 g/cm^3 [5] and low thermal expansion [6]. $FeAl_2O_4$ containing refractories promote the formation of a protective coating in the burning zone of cement rotary kilns, resulting in a stable and durable protective layer. [7].

The present research focuses on the synthesis and complete characterization of $FeAl_2O_4$ crystals, contributing to the understanding and utilization of this fascinating material. Through rigorous experimentation and analysis, we hope to shed light on the properties of Hercynite and pave the way for its effective use in various technological applications. In the following chapters, we will delve into the details of our research methodology, experimental results, and the implications of our findings in the context of the current body of knowledge on Hercynite. We hope that our research will provide valuable insights and encourage further innovation in this field.

The Basic Reasons for choosing Ferrite Material in Research

- Excellent magnetic and electrical performance [8].
- Temperature and time stability
- High magnetic permeability
- High electrical resistivity
- Wide frequency range (10 kHz to 50 MHz)
- The high dielectric constant makes them useful for microwave applications [9].
- Good chemical stability
- Low cost
- Low density
- Exact mechanical dimensions
- The large number of controllable parameters over a wide range of synthesis temperature

Application of Ferrites

Ferrites are homogeneous ceramic materials composed of various oxides containing iron oxide as their major constituent [10]. Recently, ferrite materials have shown moderate magnetic properties, which have made them a potential candidate for practical applications. Multilayer chip inductors for high-frequency circuit applications use sheets made of dielectric ceramics instead of ferrite industry. Rare earth ferrites are used widely nowadays due to their following applications:

- Biomedical (e.g., hip and joint replacements)
- Oil drilling
- Automotive and marine engines
- Phase shifter, circulators and isolators [11,12]
- Magneto-optical material [13]
- Magnetic refrigerant materials
- Neutron absorber material for atomic reactor and catalysts for chemical reactions

RESEARCH AND FINDINGS

Thermal analysis (TGA/DTA)

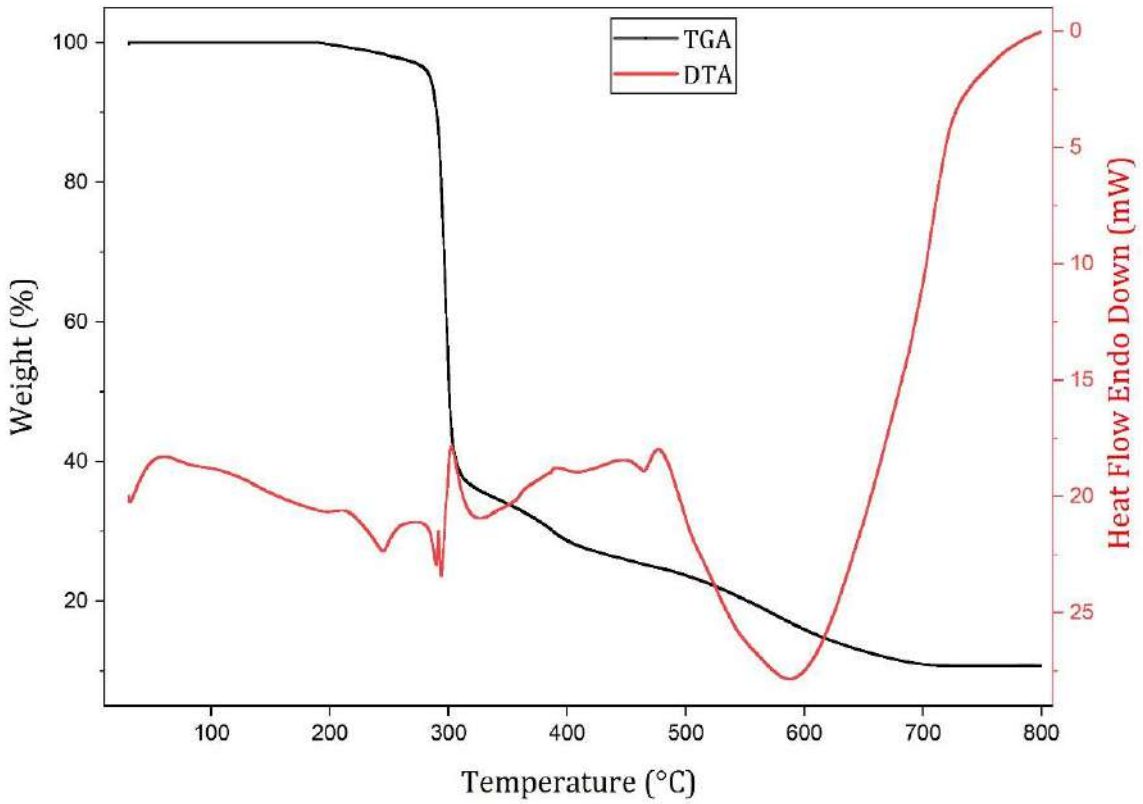


Fig. 5.1 TGA and DTA analysis of $FeAl_2O_4$

To synthesize the $FeAl_2O_4$ sample thermal analysis was done from the mixture of the raw materials Fe_2O_3 and Al_2O_3 by conventional solid-state reaction method. The TGA-DTA curve is given in Fig: 5.1. It is seen that the weight loss occurs predominantly in three steps from this TGA analysis. Weight loss depends on the sample stability. In our case most possibly absorbed moisture or solvent or unstable by-product might be responsible for weight loss at low temperature. As a function of temperature or time, the weight loss or gain is measured in TGA. The weight loss has occurred around the temperature range of 30℃ to 280℃ at the first step, due to the evaporation of ethanol, which presents moisture content in the sample. Then the weight loss of the sample appeared in the temperature range of 280℃ to 310℃ in the second step. There is another noticeable weight loss that appeared in the temperature range 310℃ to 800℃.

In DTA curve shows a distinct endothermic peak in the same range (~320–400 °C), which indicates that the crystallization and solid-state reaction between Fe_2O_3 and Al_2O_3. There also an exothermic region between 500 °C and 700 °C, and above 720℃ there is no weight change, where the phase formation is accomplished and above no significance peaks were found, above this temperature which introduces that the pure crystalline phase may have occurred.

Fourier-Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy

Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy was performed to confirm the formation of the $FeAl_2O_4$spinel structure and to identify the vibrational modes associated with the material. The FTIR curve for $FeAl_2O_4$ is shown in Fig.5.2. The spectrum was recorded in the range of 4000 to 225 cm^{-1}, and several characteristic absorption bands were observed. This graph shows a broad absorption band at 3420.17 cm^{-1}, which corresponds to the O–H stretching vibration of physically adsorbed water molecules or surface hydroxyl groups. A smaller peak at 1637.28 cm^{-1} is attributed to the bending vibration of H–O–H from molecular water, indicating the presence of moisture. A minor peak at 1096.54 cm^{-1} may be related to weak stretching vibrations of Al–O or Fe–O bonds, possibly from surface species or trace impurities.

A strong band at 543.30 cm^{-1} corresponds to Fe–O stretching vibrations in the tetrahedral sites, while the band at 475.18 cm^{-1} is associated with Al–O stretching in octahedral coordination. These are typical fingerprint regions of metal–oxygen bonds in ferrite structures.

Additional lower-frequency peaks at 332.82 cm^{-1} and 230.96 cm^{-1} may be associated with lattice vibrations or bending modes of the metal–oxygen framework. The presence of these metal–oxygen vibrational modes in the low-wavenumber region confirms the successful formation of the spinel-type $FeAl_2O_4$ phase.

These characteristic peaks confirm the successful formation of the spinel phase in $FeAl_2O_4$ synthesized from Fe_2O_3 and Al_2O_3. The absence of major organic functional group peaks above 1500 cm^{-1} further indicates the purity of the sample and the effectiveness of the synthesis process.

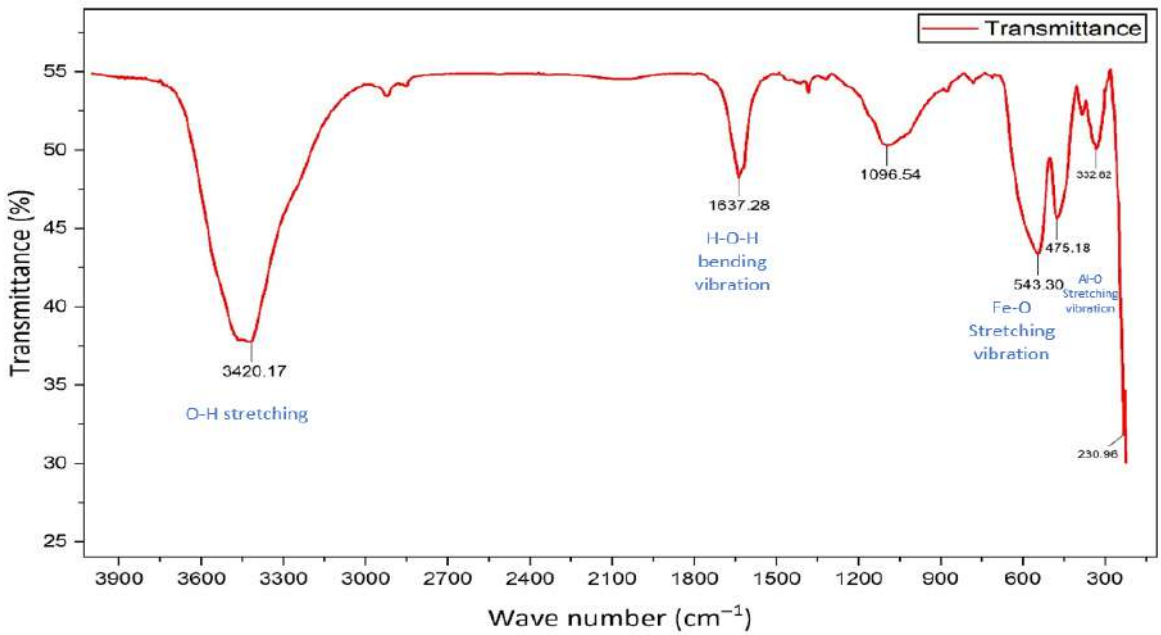


Fig. 5.2 FTIR spectra of $FeAl_2O_4$

Optical Properties

UV-Vis absorbance

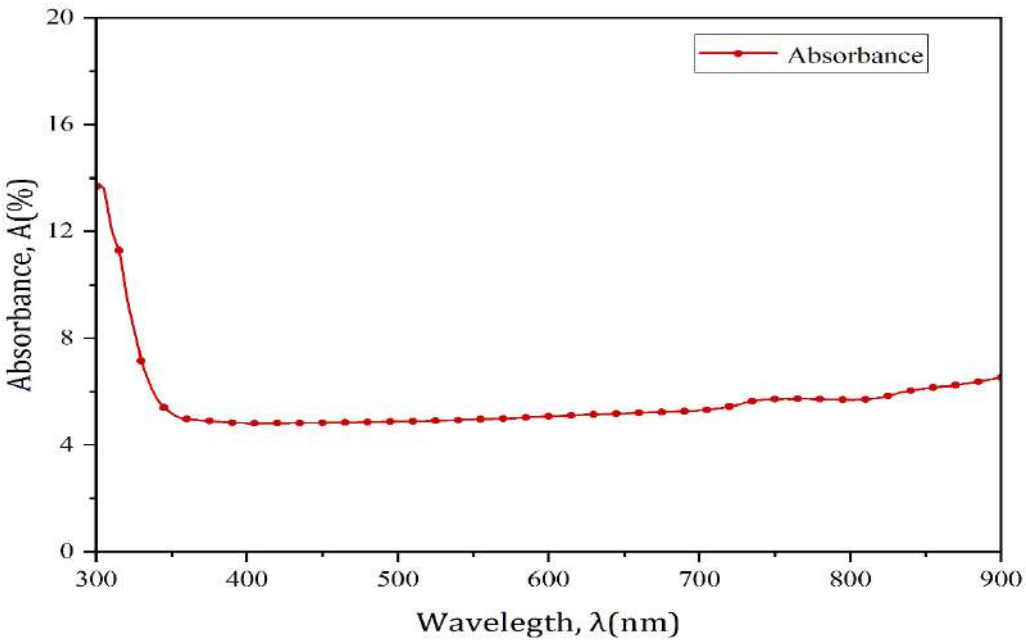


Figure 5.3: UV-Vis absorption of $FeAl_2O_4$ sample

The optical properties of the synthesized $FeAl_2O_4$ sample were examined using a UV-Vis spectrophotometer (Shimazu: UV-1650 PC) which was placed at the materials Science Lab, Department of Physics, University of Rajshahi. The absorption spectrum of $FeAl_2O_4$ is shown in Fig-5.3. and in this measurement, the wavelength was kept between 300 to 900 nm.

The absorption spectrum shows a strong absorption band in the UV region, with a sharp absorption edge observed around 320–350 nm, which suggests $FeAl_2O_4$ suitable for UV photodetectors, UV shielding coatings. Beyond 400 nm, the absorbance remains relatively stable and low, suggesting good transparent conductive flims, optical windows in optoelectronic devices.

UV-Vis Transmittance

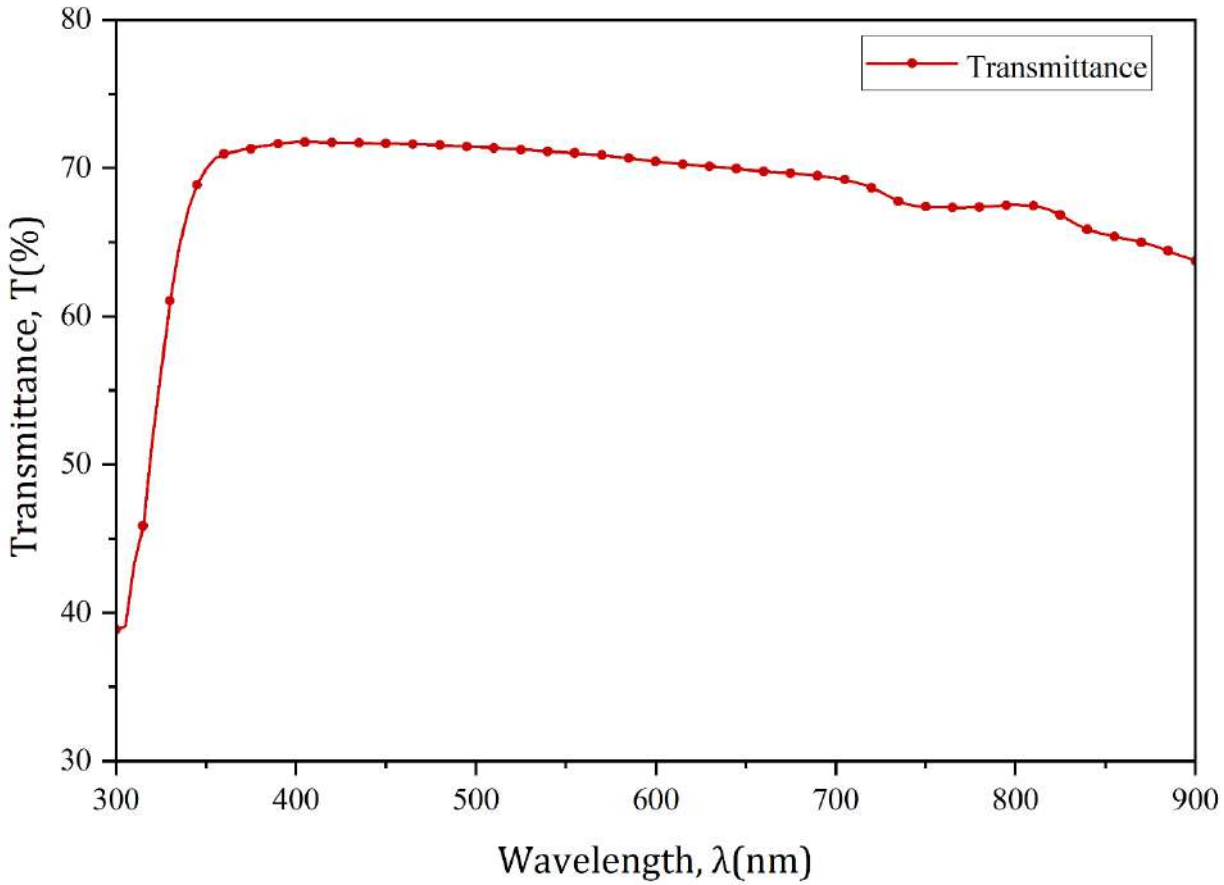


Figure 5.4: UV-Vis Transmission of $FeAl_2O_4$ sample

The optical transmittance property of $FeAl_2O_4$ was studied using UV-Visible spectroscopy over the spectral range of 300 to 900 nm, shown in the Fig-5.4. As shown in the transmittance spectrum, the material exhibits sharp transmittance rise in the UV region (~300–400 nm), a plateau of high transmittance (~70%) throughout the visible and near-infrared regions (400–800 nm). This trend confirms that $FeAl_2O_4$ has low absorption in the visible range and high optical transparency, especially beyond 400 nm.

This high transmittance property in the visible region, coupled with UV absorption, makes $FeAl_2O_4$ a promising material for optical and optoelectronic devices. Specifically, it can be used as a transparent dielectric layer in thin-film transistors, UV filters, transparent ceramic coatings, or as a substrate in photovoltaic and display technologies [15].

Reflectance

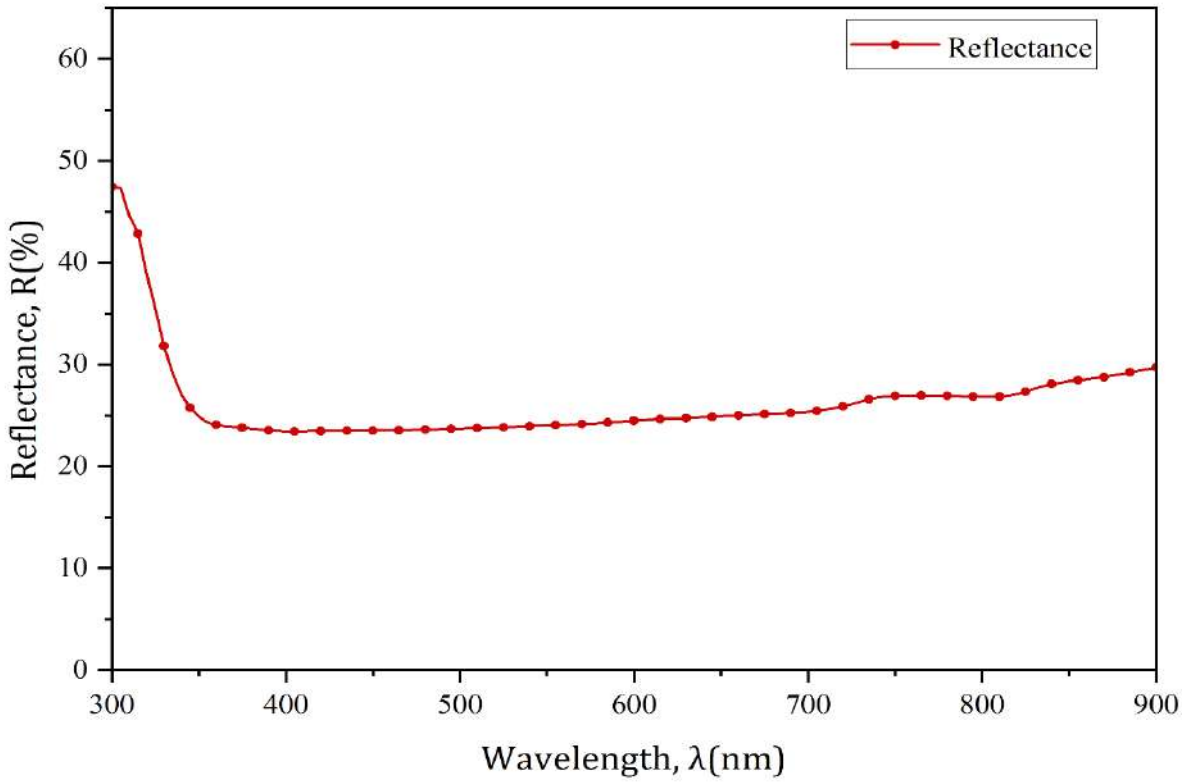


Figure 5.5: UV-Vis reflectance of $FeAl_2O_4$ sample

The optical reflectance properties of the synthesized $FeAl_2O_4$ was studied over the wavelength range of 300–900 nm, shown in the Fig-5.5. As shown in the reflectance spectrum, the material exhibits high reflectance (48%) in the UV region (300–350 nm), then a sharp decline down to approximately 23%, which remains relatively constant throughout the visible and near-infrared region (400–800 nm). A slight upward trend beyond 800 nm is also observed, possibly due to weak scattering or structural effects.

The initial high reflectance in the UV range suggests that $FeAl_2O_4$ strongly reflects UV radiation, which is characteristic of wide-band-gap semiconductors [16]. The subsequent low and stable reflectance in the visible region indicates that the material absorbs and transmits more than it reflects in that range, consistent with its optically transparent nature, as confirmed by transmittance data. The low reflectance in the visible spectrum enhances light absorption efficiency, making $FeAl_2O_4$ suitable for anti-reflective coatings in photovoltaic cells and optical sensors [17].

Refractive Index

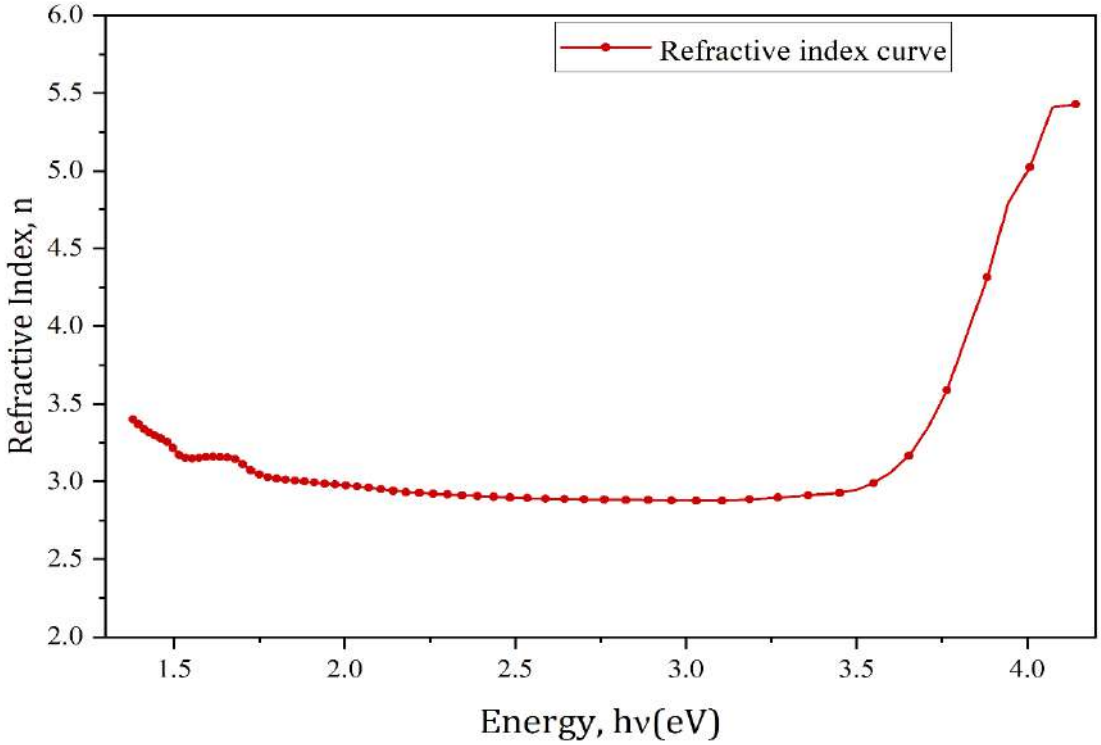


Figure 5.6: Variation of refractive index with wavelength for $FeAl_2O_4$

The optical properties of the synthesized $FeAl_2O_4$ sample were investigated using UV-Visible spectroscopy, and the refractive index (n) was calculated (shown in Fig-5.6) as a function of photon energy (hν) in the range of approximately 1.3 eV to 4.1 eV.

As shown in the graph, the refractive index initially shows a slight decrease with increasing photon energy and then remains nearly constant in the mid-energy range (2.0–3.2 eV), indicating optical stability in this region.
A sharp rise in the refractive index is observed beyond 3.5 eV, suggesting strong electronic transitions from lower to higher energy band [18]. The refractive index values range between approximately 2.8 and 5.5, which are relatively high and imply good light-confining ability.

Absorption Coefficient with photon energy

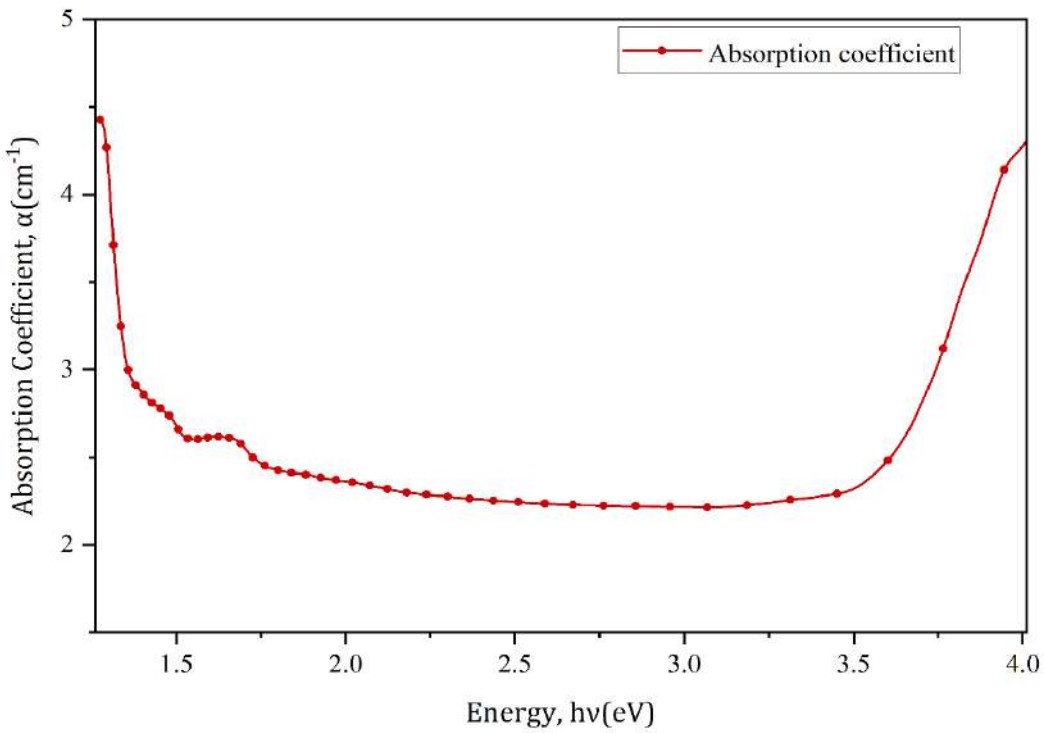


Figure 5.7: Variation of absorption coefficient with photon energy of $FeAl_2O_4$

The variation of the absorption coefficient (α) with photon energy (hν) was studied to evaluate the optical absorption behaviour of the synthesized $FeAl_2O_4$sample. As shown in the graph, the absorption coefficient exhibits a high value in the low-energy region (~1.4 eV), indicating strong absorption at lower photon energies, followed by a gradual decrease and stabilization in the mid-energy range (~2.0–3.2 eV). A sharp increase in α is again observed beyond ~3.5 eV, which is attributed to electronic transitions across the band gap, consistent with interband excitations [18]. This behaviour suggests that $FeAl_2O_4$ exhibits significant photon absorption near the UV range, confirming the material's semiconducting nature. The absorption coefficient is a critical parameter in determining the material's band structure and optical response. Materials with high absorption in the UV-visible range are often used in optoelectronic devices, such as photodetectors, solar cells, and UV filters [19].

Optical energy bandgap

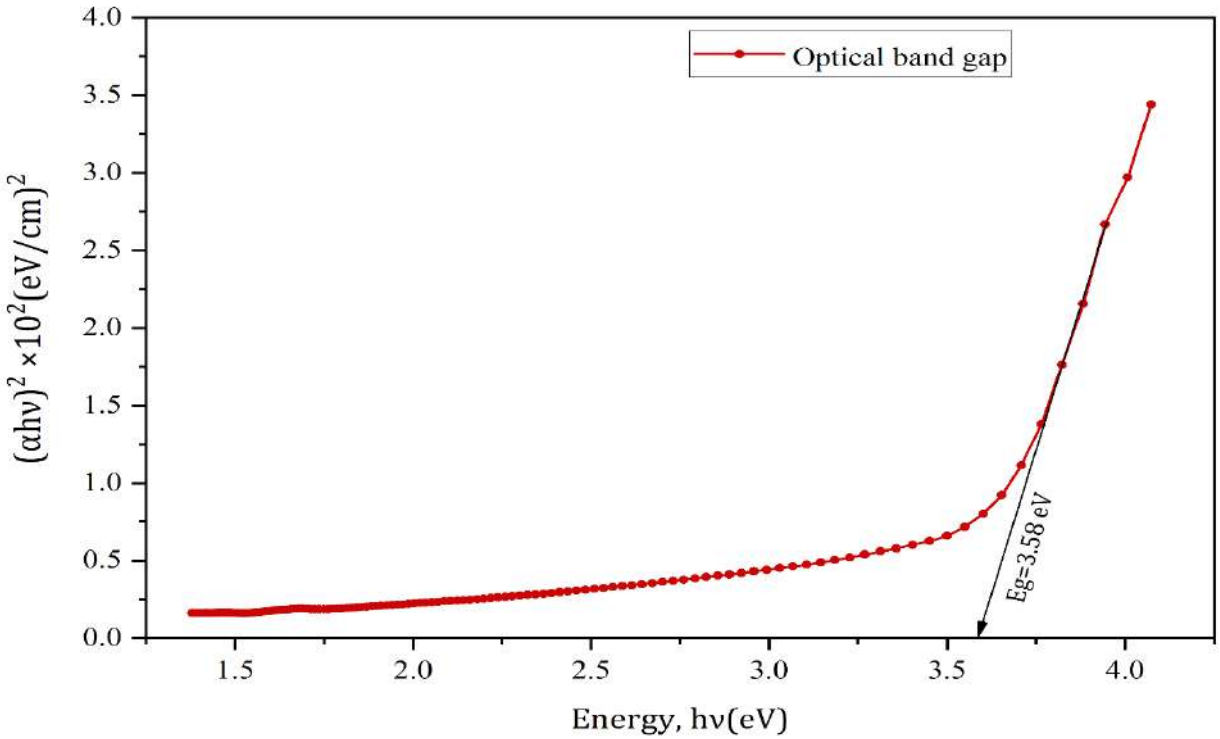


Figure 5.8: Optical band gap for $FeAl_2O_4$ sample

The intercept on the energy axis following extrapolation of the straight-line section of $(\alpha h\nu)^2$ and versus photon energy(hν) curve was used to calculate the direct band gap of the $FeAl_2O_4$ sample. From the plot, the optical band gap energy of $FeAl_2O_4$ [17].

Optical Conductivity

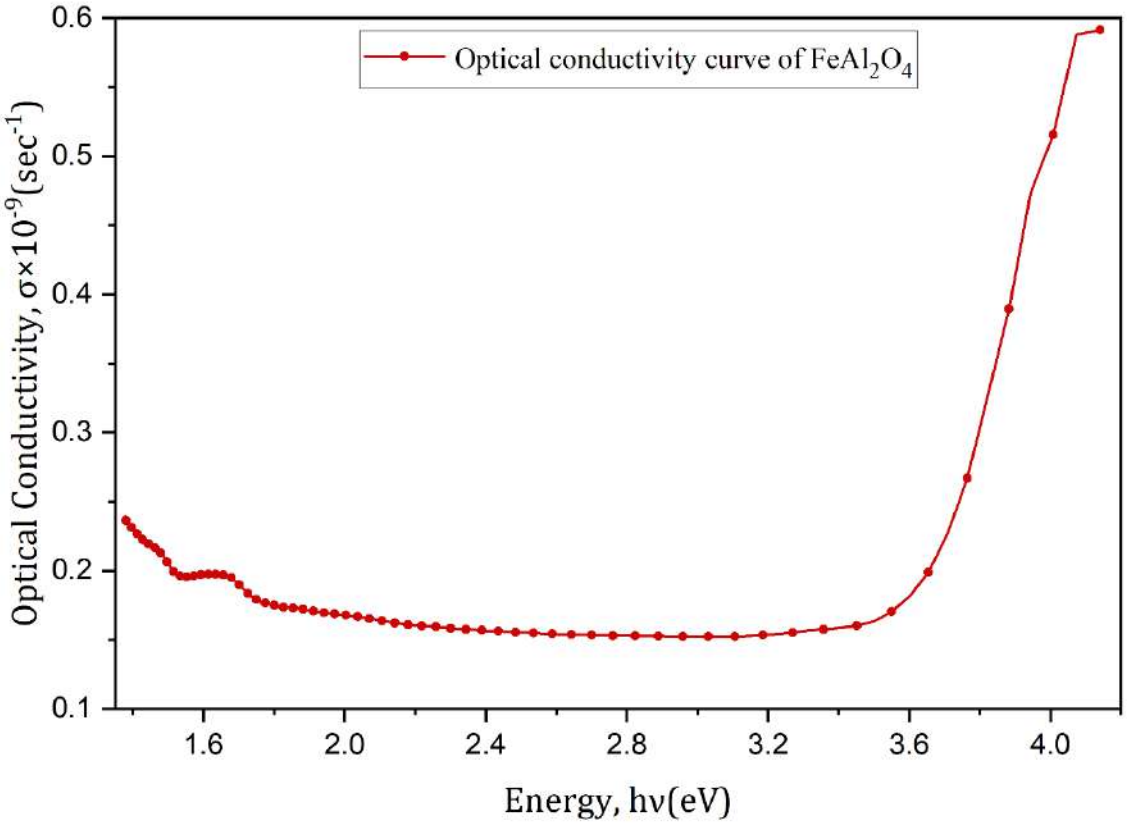


Figure 5.9: Optical conductivity for $FeAl_2O_4$ sample

From the curve, it is observed that $FeAl_2O_4$ exhibits relatively low optical conductivity in the lower photon energy range (1.6–3.5 eV), with values ranging from approximately $0.2 \times 10^9\ s^{-1}$ to $0.15 \times 10^9\ s^{-1}$. However, a significant increase in optical conductivity is observed beyond 3.6 eV, reaching a peak value of $0.58 \times 10^9\ s^{-1}$ near 4.0 eV. This sharp rise corresponds to the onset of strong electronic transitions, likely due to excitation of electrons across the band gap into the conduction band.

This behaviour indicates that $FeAl_2O_4$ can act as an effective UV-active material, where its optical response becomes prominent at higher photon energies. Such properties make it a potential candidate for applications in UV photodetectors, protective coatings, where the ability to respond to high-energy photons is critical [20].

Electrical Property

Temperature-dependent resistivity

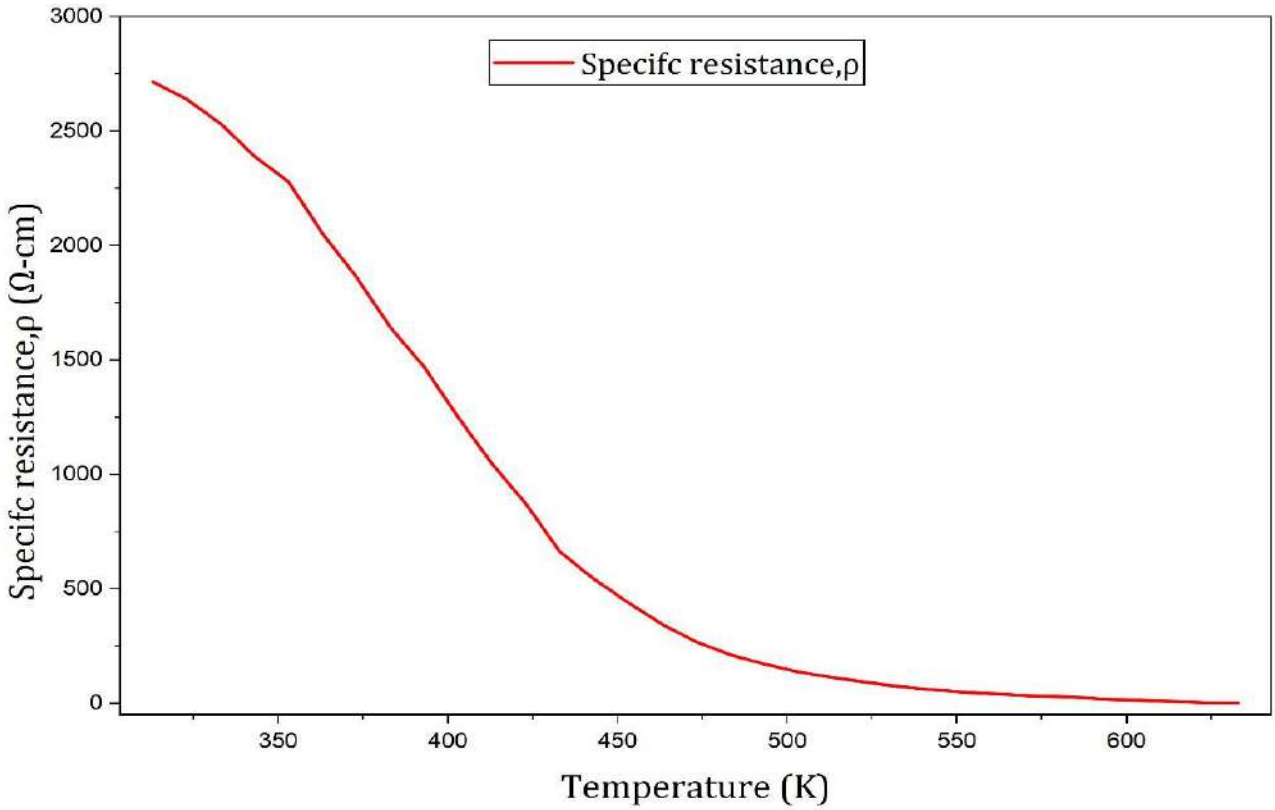


Figure 5.10: Temperature-dependent resistivity of $FeAl_2O_4$

The temperature dependence of DC- resistivity for $FeAl_2O_4$ in a temperature range between 313 K and 633 K is illustrated in Fig 5.10. The graph clearly shows that $FeAl_2O_4$ possesses a relatively high resistivity at lower temperatures, which gradually decreases with increasing temperature, indicating typical Semiconducting behavior**.**

Temperature dependence conductivity

The conductivity of $FeAl_2O_4$ increases exponentially in the range of 313 K and 633 K. At low temperatures, the conductivity is almost constant. The conductivity (σ) of $FeAl_2O_4$ was measured as a function of temperature to evaluate its electrical behavior. The graph shows a steady increase in conductivity with rising temperature, especially beyond 500 K. At lower temperatures, the number of thermally activated charge carriers is minimal,

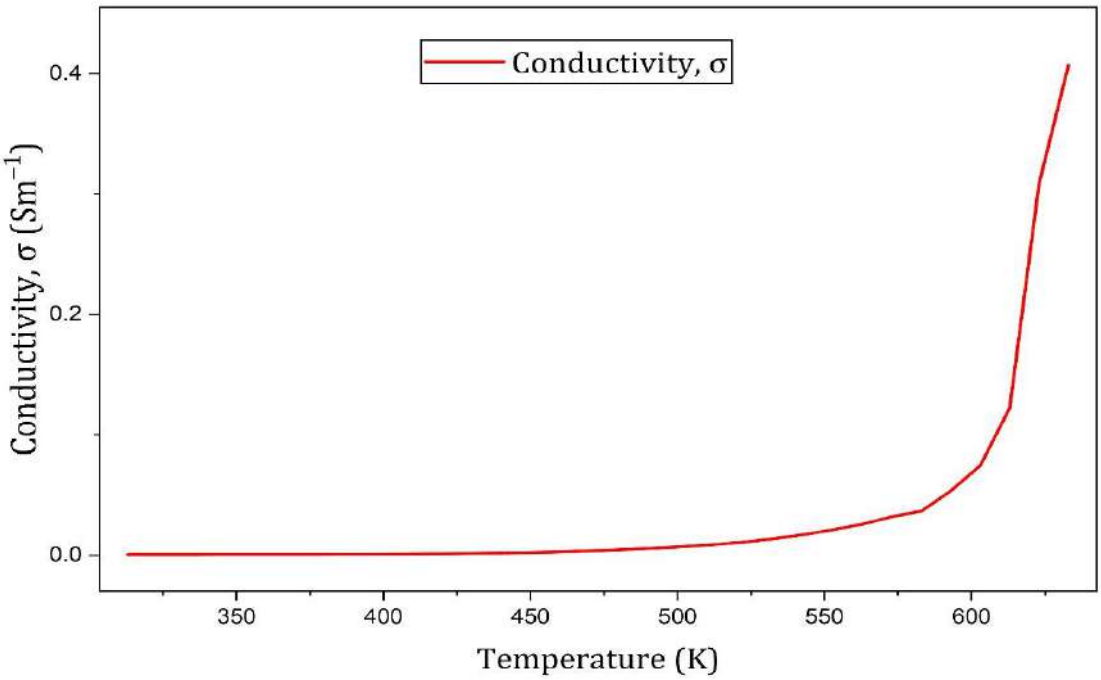


Figure 5.11: Temperature dependence conductivity of $FeAl_2O_4$

leading to low conductivity. As temperature increases, more electrons gain sufficient energy to overcome the energy barrier and participate in conduction. The conductivity reaches approximately 0.4 Sm^{-1} at 630 K, which is characteristic of thermally activated semiconducting materials. This behavior indicates that $FeAl_2O_4$ exhibits a typical semiconductor response.

Activation Energy:

The ln(σ) vs 1000/T plot is used to assess the conduction mechanism and activation energy of $FeAl_2O_4$.The graph displays two distinct linear regions, implying two separate conduction mechanisms. At higher 1000/T (lower temperatures), the conduction may be due to localized hopping of charge carriers between defect sites. In contrast, at lower 1000/T (higher temperatures), the slope becomes steeper, suggesting a more band-like conduction mechanism. The activation energies are not similar at high and low-temperature regions due to the different conductivity mechanisms [21]. This behavior is consistent with semiconducting ferrites, and the activation energy can be calculated from the slope using the Arrhenius relation,

$$\ln \sigma = \ln \sigma_0 - \frac{E_a}{2K_B T} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

The results are shown in Table 1 for two temperature regimes. Here, we have used the $K_B=1.38\times10^{-23}$ J/K.

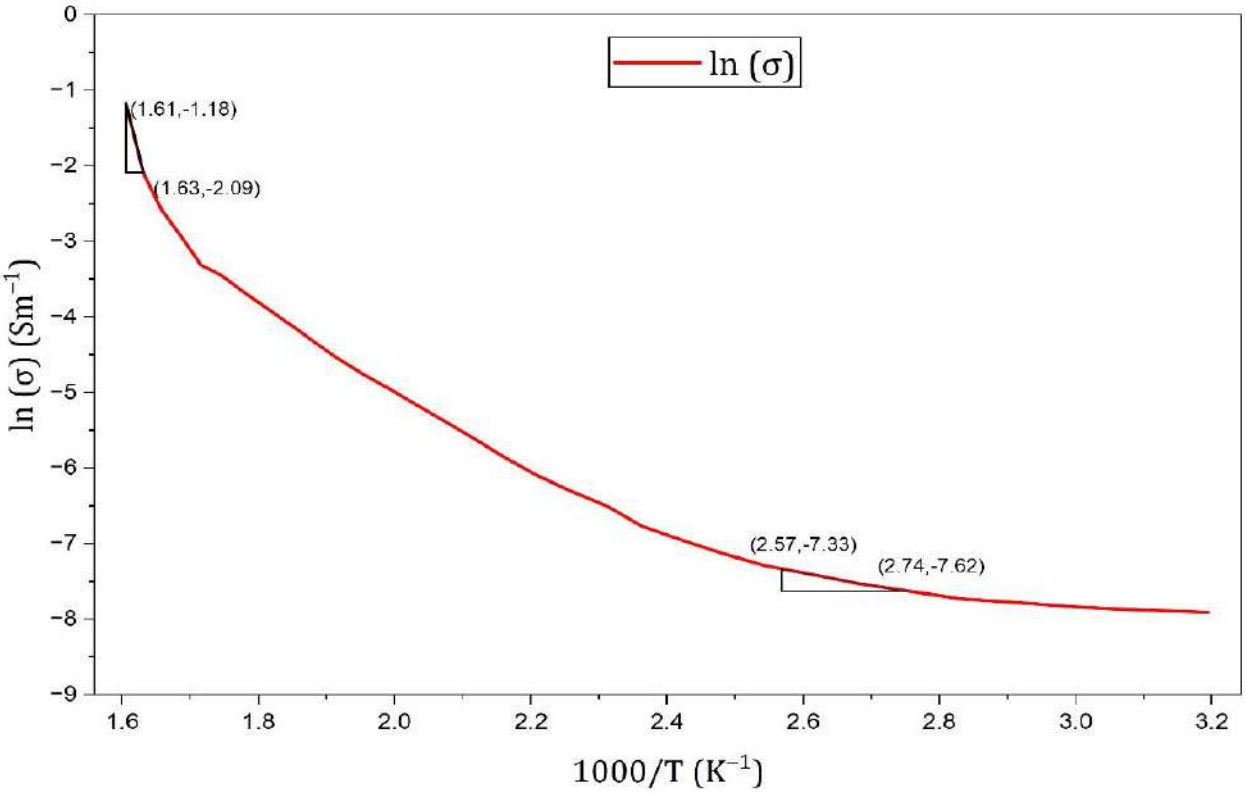


Figure 5.12: ln(σ) vs 1000/T curve of $FeAl_2O_4$

Table 5.13: Activation energy at different temperature regimes

Sample	Temperature regime	Activation Energy, E_a (eV)
$FeAl_2O_4$	613K–616K	7.84
	363K-390K	0.30

CONCLUSION

$FeAl_2O_4$ crystals had been successfully prepared by using the solid-state reaction method. This method is the most effective method for homogeneous mixing at the atomic level. By using thermal analysis (TGA/DTA) the phase formation condition was fixed. Structural properties of fabricated samples were analyzed by Fourier Transform Infrared spectroscopy (FTIR). By using UV-Visible spectrophotometer, the optical properties of the samples were studied. By using two-probe technique, the electrical resistivity and conductivity were measured. Based on the observations, we summarized the obtained results as follows:

TGA-DTA analysis of the samples revealed that, in this experiment the calcination temperatures of the samples are corresponds to the formation of $FeAl_2O_4$ phase. The sintered

temperatures of the samples were selected at some temperature where phase formation was totally complete.

The FTIR results confirmed the bonding nature of $FeAl_2O_4$ by the absorption peaks near 543.30 cm^{-1}, 475.18 cm^{-1} and 332.82 cm^{-1}.

Electronic properties such as resistivity, conductivity of the sample was measured. The temperature dependent resistivity and conductivity curves showed that sample behave like semiconductor.

The activation energy for the sample was calculated by using Arrhenius equation from temperature dependent conductivity data and the results showed that at high temperature regime the activation energy is lower with respect to low temperature regime.

The optical properties of $FeAl_2O_4$ were found by using UV-Visible spectrophotometer. Absorption and Transmission of the materials are carried out in the wavelength region 300-900 nm. There were some absorption and transmission peaks. These results indicated that the crystal isn't a good absorber. It can be used as a transparent dielectric layer in thin-film transistors, UV filters, transparent ceramic coatings, or as a substrate in photovoltaic and display technologies. The optical band gap also measured, which was found to be approximately 3.58 eV. The wide band gap makes $FeAl_2O_4$ a suitable candidate for high-frequency and high-temperature electronic devices and UV photodetectors.

REFERENCES

[1] Hill, H. J., Craig, J. R., & Gibbs, G. V. (1979). Systematics of the spinel structure type. Phys. Chem. Minerals, 4, 317–339.

[2] Handbook of Mineralogy

[3] J. Chen et al., J. Eur. Ceram. Soc., 31, 259–263 (2011).

[4] B. Vidacak, D. Sichen, S. Seetharaman, The existence of a ternary phase in the Al2O3-CaO-FeO System, ISIJ International 42 (5) (2002) 561–563.

[5] G. Routschka, H. Wuth now, Handbook of refractory materials design | properties | testings 4th edition, Essen, 2012, available at: www.refractories.saint-gobain.com.

[6] T. Fujimura, S.I. Tanaka, In-situ high temperature X-ray diffraction study of Fe/ Al2O3 interface reactions, J. Mater. Sci. 34 (1998) 425–429.

[7] J. Chen, M. Yan, J. Su, B. Li, J. Sun, The kiln coating formation mechanism of MgOFeAl2O4 brick, Ceram. Int. 42 (1) (2016) 569–575, https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.08.14

[8] Goldman, A Handbook of mordan Ferromagnetic Materials.

[9] G. A, Modern Ferrite Technology.

[10] M. Kaur, N. Kaur, Vibha, Ferrites: synthesis and applications for environmental remediation, Ferrites Ferrates Chem. Appl. Sustain. Energy Environ. Remediat. (2016) 113e136

[11] Fuller AJB. Ferrites at Microwave Frequencies. London: Peter Peregrinus;1987

[12] Pardavi-Horvath M. Microwave applications of soft ferrites. Journal of Magnetism and Magnetic Materials.2000;215:171-183

[13] P. D. A. K. D.-V. N. V. Garima Rana, "Recent advances on nickel nano-ferrite: A review on processing techniques, properties and diverse applications," Chemical Engineering Research and Design, vol. Volume 175, pp. Pages 182-208, November 2021.

[14] S. Vyazovkin, "Activation Energies and Temperature Dependencies of the Rates of Crystallization and Melting of Polymers," Polymers (Basel), p. 12(5): 1070., 2020 May.
[15] Hossain, M. A., et al. “Synthesis and optical properties of transparent spinel ferrites for optoelectronic applications,” Materials Chemistry and Physics, 135(1), 2012.
[16] 1. Xu, Y. et al., “Band gap engineering of spinel ferrites,” Journal of Alloys and Compounds, Vol. 555, 56–60, 2013.
[17] Goldman, A., “Modern Ferrite Technology,” Springer, 2nd Ed., 2006.
[18] Fox, M. Optical Properties of solids, 2nd ed., Oxford university Press, 2010.
[19] Pankove, J. I. Optical Processes in Semiconductors, Dover Publications, 1971.

[20] Green, M. A. (2002). Enhanced light trapping in solar cells by the combination of diffraction grating and high refractive index. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 10(4), 235–241.

AGRICULTURAL WASTE DERIVED BIOPOLYMERS: A SUSTAINABLE ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL PLASTICS

[1]Ahmed Attahiru, [2]Bashar Attahiru and [1]Ahmed Musa Ahmed
[1]Kebbi State University of Science and Technology, Aliero, Department of Pure and Industrial Chemistry, Faculty of Physical Sciences
[2]Federal College of Education (Technical), Yauri, Science Education Department

Abstract
The excessive use of petroleum based plastics has led to severe environmental challenges, including non-biodegradable waste accumulation and greenhouse gas emissions. As global awareness of sustainability grows, agricultural residues have emerged as promising raw materials for biopolymer synthesis. These residues, often treated as waste, are rich in cellulose, hemicellulose, lignin, and starch, which can be transformed into biodegradable polymers suitable for packaging, agricultural films, and biomedical applications. This paper aims to review recent developments in the conversion of agricultural waste into biopolymers and to assess their potential as sustainable alternatives to conventional plastics in various industrial applications. A comprehensive literature review was conducted using recent peer-reviewed publications, reports, and databases focusing on agricultural waste valorization, polymer synthesis, and biodegradation studies. The review categorizes agricultural wastes such as rice husk, corn stover, sugarcane bagasse, and cassava peels based on their biochemical composition and processing routes into biopolymers like polylactic acid (PLA), polyhydroxyalkanoates (PHAs), and starch based polymers. The analysis reveals that agricultural waste derived biopolymers demonstrate favorable mechanical and thermal properties comparable to commercial plastics while being biodegradable and environmentally benign. Advances in enzymatic hydrolysis, microbial fermentation, and nanocomposite reinforcement have significantly enhanced the performance and scalability of these materials. However, challenges such as high production costs, feedstock variability, and limited industrial infrastructure persist, particularly in developing economies. Agricultural waste valorization offers a dual advantage of waste management and sustainable material production. With continued technological innovation, policy support, and circular economy integration, biopolymers from agricultural residues could play a pivotal role in reducing plastic pollution and fostering green industrial transitions. Future research should focus on process optimization, lifecycle assessment, and regional scale implementation to maximize environmental and economic benefits.
Keywords: Agricultural waste, Biopolymers, Biodegradable plastics, Sustainable materials, Green chemistry, Environmental pollution

1. Introduction

Petroleum derived plastics are widely used due to their durability, low cost and versatility. However, their extensive use has resulted in severe environmental challenges including accumulation of non-biodegradable waste, increased greenhouse gas emissions and disruption of natural ecosystems (Nielsen et al., 2020). As global concerns about sustainability intensify, there is a growing interest in the development of environmentally friendly alternatives derived from renewable resources.

Agricultural residues such as rice husk, sugarcane bagasse, corn stover and cassava peels are generated in large quantities worldwide. These materials are rich in cellulose, hemi cellulose and lignin which make them suitable feed stocks for the production of bio polymers (Zhao et

al., 2015). Instead of being burned or discarded, these residues can be transformed into valuable materials that reduce environmental pollution while supporting a circular economy framework (Hatti Kaul et al., 2020). This review examines the potential of agricultural waste derived bio polymers as sustainable alternatives to conventional plastics.

2. Biochemical Composition of Agricultural Waste

Agricultural residues contain abundant structural carbohydrates and aromatic polymers that are essential in bio polymer synthesis. For example, rice husk contains cellulose and silica, sugarcane bagasse is rich in cellulose and hemi cellulose, while cassava peels contain high levels of starch suitable for bio based materials (Singh et al., 2023).

Cellulose is the most abundant natural polymer and its long chain structure enables production of strong bio polymer matrices (Yusoff et al., 2022). Hemi cellulose contributes to flexibility while lignin adds rigidity and UV stability (Zhao et al., 2015). The biochemical composition of agro waste therefore determines the type and quality of bio polymer that can be synthesized (Mishra et al., 2024).

3. Processing Routes for Agricultural Waste Conversion

3.1 Enzymatic Hydrolysis

Enzymatic hydrolysis breaks down cellulose and hemi cellulose into fermentable sugars using specific enzyme systems. This process is widely used to convert agricultural residues into precursors for polylactic acid production (Ghazani & Mohammadi, 2021). Advances in pretreatment methods have improved hydrolysis efficiency by reducing lignin interference (Liu & Chen, 2020).

3.2 Microbial Fermentation

Microorganisms can convert ligno cellulose derived sugars into poly hydroxy alkanoates, a class of biodegradable polyesters known for their excellent mechanical and barrier properties (Koller, 2018). Sugarcane bagasse and corn stover are widely used as substrates for poly hydroxy alkanoate production due to their fermentable sugar content (Bhatia et al., 2021).

3.3 Starch Extraction and Gelatinization

Cassava peels and other starch rich wastes are processed through extraction, purification and gelatinization to produce starch based bio polymers. These polymers are widely used in food packaging and agricultural mulching films (Adetunji et al., 2022).

3.4 Nano Composite Reinforcement

Nano cellulose extracted from agricultural residues enhances thermal stability, tensile strength and barrier properties of bio polymers when used as reinforcement (Chowdhury et al., 2022). Nano composite bio polymers demonstrate improved performance and can effectively compete with commercial plastics (Sharma & Mandal, 2021).

4. Types of Bio Polymers Derived from Agricultural Waste

4.1 Polylactic Acid

Polylactic acid is produced from fermented sugars obtained through enzymatic hydrolysis. It is biodegradable, transparent and suitable for packaging applications. Technological advancements in conversion of ligno cellulose feed stocks continue to expand the applicability of polylactic acid (Ibrahim et al., 2022; Jamshidian et al., 2010).

4.2 Poly Hydroxy Alkanoates

Poly hydroxy alkanoates are microbial polyesters formed through fermentation of agro waste derived sugars. They possess excellent biodegradability and mechanical performance comparable to petroleum based plastics (Babu et al., 2013). Sugarcane bagasse and corn stover are widely used for their production (Nguyen & Kim, 2020).

4.3 Starch Based Bio Polymers

Starch based polymers from cassava peels, rice husk and maize residues have gained attention due to their abundance and renewability. They are biodegradable and useful in packaging and agricultural films (Agarwal et al., 2023; Adetunji et al., 2022).

5. Mechanical and Thermal Performance

Agricultural waste derived bio polymers often show comparable mechanical and thermal properties to conventional plastics. Reinforcement with natural fibers or nano cellulose improves tensile strength, thermal stability and biodegradation rates (Arrieta et al., 2019; Pang & Lewandowska, 2022). Studies confirm that starch based materials can achieve desirable mechanical behavior when modified through plasticizers or nano composite fillers (Mishra et al., 2024).

6. Environmental and Economic Advantages

Bio polymers produced from agricultural residues are biodegradable and reduce environmental pollution while lowering reliance on petroleum resources (Ojeda et al., 2011). Valorizing agricultural waste supports waste reduction, income generation for rural communities and circular economy goals (Faruk et al., 2012). Life cycle assessments indicate that bio polymers made from agro waste have lower carbon footprints compared to fossil based plastics (Khoo et al., 2021).

7. Challenges in Agricultural Waste Based Bio Polymer Production

Despite significant progress, challenges persist. High production costs, variability in feed stock quality and insufficient industrial infrastructure hinder widespread commercialization (Wang et al., 2021). Developing nations also face limitations in technology, policy support and market acceptance (Yadav et al., 2023). Addressing these challenges requires coordinated technological and policy interventions.

8. Future Perspectives

Future research should focus on process optimization, integration of advanced pretreatment technologies, improvement of fermentation efficiency and reduction in production costs. Life cycle assessment and regional scale implementation studies are essential for understanding long term environmental and economic impacts (Kandasamy et al., 2021). Strengthening policy support and enhancing collaboration between industry and academia will accelerate adoption of bio polymers from agricultural residues.

9. Conclusion

Agricultural waste offers a sustainable and renewable platform for bio polymer production. Advances in enzymatic hydrolysis, microbial fermentation and nano composite technology have significantly improved material performance. Despite existing challenges, agricultural waste derived bio polymers remain promising sustainable alternatives to petroleum based plastics. With continued innovation and policy support these materials can significantly contribute to reduction of plastic pollution and advancement of environmentally friendly industries.

References

Abu Yazid, N., Yee, P. L., & Jamil, N. (2020). Valorization of agricultural residues for biopolymer production: Current status and future perspectives. *Bioresource Technology, 312*, 123600.

Adetunji, C. O., Adeyemi, J. O., & Arowolo, L. A. (2022). Cassava peel waste as a sustainable resource for starch-based bioplastics. *Journal of Polymers and the Environment, 30*, 1781–1793.

Agarwal, R., Chauhan, R., & Gupta, M. (2023). Biodegradability of starch-based biopolymers reinforced with natural fibers. *Carbohydrate Polymers, 316*, 120993.

Arrieta, M. P., López, J., Ferrándiz, S., & Peltzer, M. (2019). Biodegradable films from agricultural by-products: Mechanical and thermal performance. *Polymer Degradation and Stability, 162*, 35–45.

Babu, R. P., O'Connor, K., & Seeram, R. (2013). Current progress on biopolymer production using agricultural waste. *Progress in Polymer Science, 38*(10–11), 1627–1647.

Bhatia, S. K., et al. (2021). Sustainable production of polyhydroxyalkanoates using lignocellulosic biomass: Advances and challenges. *Bioresource Technology, 326*, 124770.

Chowdhury, P., Saha, P., & Roy, S. (2022). Nanocellulose reinforcement in biodegradable polymers: A pathway to improved material performance. *Cellulose, 29*, 1743–1765.

Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H. P., & Sain, M. (2012). Biofibers and biocomposites: A review. *Progress in Polymer Science, 37*(11), 1552–1596.

García-Torre, M., et al. (2020). Agricultural waste valorization for bioplastic production: An overview of processing techniques. *Industrial Crops and Products, 154*, 112694.

Ghazani, S. M., & Mohammadi, M. (2021). Enzymatic hydrolysis of lignocellulosic residues for biopolymer synthesis. *Bioresource Technology Reports, 14*, 100703.

Gómez, E. F., & Michel, F. C. (2013). Biodegradability of agricultural waste-derived plastics under composting conditions. *Waste Management, 33*(4), 839–846.

Hatti-Kaul, R., Nilsson, L. J., Zhang, B., Rehnberg, N., & Lundmark, S. (2020). Designing the next generation of plastics from biomass. *Trends in Biotechnology, 38*(1), 50–67.

Ibrahim, M. M., Darwesh, O. M., & Abou-Yousef, H. (2022). Production of polylactic acid (PLA) from agricultural residues: Technological pathways and barriers. *Waste and Biomass Valorization, 13*, 2397–2410.

Jamshidian, M., et al. (2010). Poly (lactic acid): Production, applications, and biodegradable properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9*(5), 552–571.

Kandasamy, S., et al. (2021). Conversion of sugarcane bagasse into bioplastics: A circular economy approach. *Journal of Cleaner Production, 280*, 124247.

Khoo, H. H., Tan, D., & Chng, K. M. (2021). Life cycle assessment of biopolymers derived from agro-industrial residues. *Journal of Environmental Management, 287*, 112258.

Koller, M. (2018). Biodegradable and biocompatible polyhydroxyalkanoates: Sustainable materials from microbial fermentation. *Bioengineering, 5*(1), 29.

Kumar, A., Sharma, K., & Dixit, R. (2023). Mechanical and thermal properties of PLA derived from waste biomass. *Polymer Testing, 118*, 107878.

Liu, H., & Chen, J. (2020). Agricultural residues as feedstocks for biopolymer synthesis: Advances in pretreatment technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 134*, 110390.

Mishra, R., Saini, R. K., & Tiwari, S. (2024). Starch-based biopolymer films from cassava waste: Structural and functional improvements. *Food Hydrocolloids, 144*, 109291.

Nguyen, H. T., & Kim, S. (2020). Role of microbial fermentation in converting agro-waste to value-added biopolymers. *Biotechnology Advances, 42*, 107576.

Nielsen, T. D., Hasselbalch, J., Holmberg, K., & Stripple, J. (2020). Plastic pollution and bioplastics: Future directions for sustainable materials. *Environmental Science & Technology, 54*(9), 5661–5669.

Pang, M. M., & Lewandowska, A. (2022). Thermomechanical performance of biopolymers derived from lignocellulosic residues. *Materials Today Sustainability, 18*, 100141.

Satyanarayana, K. G., et al. (2009). Bio-based polymers and composites from agricultural wastes. *Journal of Applied Polymer Science, 112*(6), 3529–3541.

Sharma, M., & Mandal, A. (2021). Nanocomposite reinforcement of agricultural waste-derived polymers. *Materials Chemistry and Physics, 263*, 124214.

Singh, A., Kumar, P., & Patel, V. (2023). Bioplastic production from rice husk: A review of processing techniques and material performance. *Journal of Polymers and the Environment, 31*, 2102–2116.

Torras, C., Pastor, J. G., & Sanchis, V. (2021). Enzymatic processes for converting agro-waste into functional biopolymers. *Catalysis Today, 361*, 27–36.

Wang, S., Ma, X., & Zhang, S. (2021). Biodegradable polymers from agricultural biomass: Progress and challenges. *Renewable Energy, 169*, 1163–1174.

Yadav, A., Kumar, V., & Sharma, P. (2023). Biopolymers from food and agricultural waste: Recent advances in sustainable materials. *Waste Management, 157*, 36–48.

Yusoff, N., Razak, N., & Azmi, M. (2022). Agricultural waste-derived cellulose for biodegradable packaging applications. *Cellulose Chemistry and Technology, 56*(7–8), 715–728.

Zhao, X., Zhou, Y., & Liu, D. (2015). Structural features of cellulose, hemicellulose, and lignin and their roles in biopolymer production. *BioResources, 10*(1), 241–258.

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE LİDERLİK KAVRAMI
THE CONCEPT OF LEADERSHIP FROM PAST TO PRESENT

Ahmet Fatih DALDAL
Yüksek Lisans Öğrencisi, Aksaray Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Yönetimi

ÖZET
Bu çalışma, liderlik olgusunu derinlemesine ve bütüncül bir bakış açısıyla ele almayı amaçlamaktadır. Konu, tarihsel gelişiminden günümüzün çağdaş yaklaşımlarına ve geleceğe yönelik önemli yönelimlerine kadar kapsamlı bir çerçevede incelenmiştir. Çalışmada, liderliğin sadece hiyerarşik veya yönetimsel bir işlev olmadığı; aksine, bireysel, kurumsal ve toplumsal dönüşümü sağlayan dinamik, çok katmanlı bir süreç olduğu kuvvetle vurgulanmıştır. Araştırma nitel bir literatür taramasına dayanmaktadır. Bu çerçevede, liderlik kavramını şekillendiren klasik, çağdaş ve dijital liderlik yaklaşımları teorik bir çerçevede karşılaştırmalı biçimde analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında, liderliğin tarihsel temelleri Antik Yunan'daki ilk düşüncelerden modern döneme kadar incelenmiştir. Ayrıca, dönüşümcü, hizmetkâr, otantik ve paylaşılan liderlik gibi önde gelen çağdaş kuramların örgütsel ve toplumsal bağlamdaki etkileri tartışılmıştır. Önemli bir bölüm, dijital dönüşüm, yapay zekâ ve küreselleşme süreçlerinin liderlik kavramına kazandırdığı yeni ve kritik boyutlara odaklanmıştır. Bu bağlamda, insan merkezli liderlik anlayışının, gelecekteki karmaşık ve belirsiz ortamlarda artan önemine dikkat çekilmiştir. Bulgular, liderliğin disiplinler arası ve sürekli evrilen bir yapıya sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Çalışma sonucunda, liderliğin özünde yer alan etik sorumluluk, empati, yaratıcılık, kültürel farkındalık ve esneklik gibi insani değerlerin, teknolojik ilerlemeler karşısında daha da kritik hale geldiği ortaya konmuştur. Bu bulgular ışığında, eğitimde, kamu yönetiminde ve özel sektörde dönüşümcü, katılımcı ve etik değerlere dayalı liderlik modellerinin hızla geliştirilmesi; liderlik eğitimlerinin ise duygusal zekâ, dijital yetkinlik ve sürdürülebilirlik temalarıyla yeniden yapılandırılması gerekliliği vurgulanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Liderlik, dönüşümcü liderlik, dijital liderlik, insan merkezli lider

ABSTRACT
This study expands the concept of leadership and allows for a holistic perspective. The topic comprehensively integrates students' understanding of today's contemporary approaches and its significant characteristics for the future. The study strongly emphasizes that heritage does not solely have a technological or managerial function; it is a dynamic, multilayered process that provides a unique, individual, institutional, and societal structure. The research is based on a qualitative literature review. This integration provides a theoretically integrated analysis of management styles, including classical, contemporary, and digital leadership strategies. The study explores the origins of leadership from the earliest ideas in Ancient Greece to the modern era. Furthermore, the formation of prominent contemporary theories such as transformational, servant, authentic, and distributed leadership, as well as issues within the societal context, are discussed. A significant section focuses on the new and critical dimensions that digital transformation, artificial intelligence, and globalization bring to leadership. The growing importance of this logical, human-centered management approach, despite its complex and uncertain scope, is highlighted. The study clearly demonstrates that international, interdisciplinary, and constantly evolving principles are inherent. The study revealed that human values such as ethical responsibility, empathy, innovation, cultural flexibility, and resilience, which are essential to management solutions, have become even more critical with

technological advancements. These findings highlight the rapid development of product- and ethical-based leadership models in education, public administration, and the transformation of private production. The need to restructure leadership training with emotional intelligence, digital sustainability, and sustainability themes is emphasized.
Keywords: Leadership, managerial leadership, digital leadership, human-centered leadership

GİRİŞ

Liderlik, insanlık tarihinin en eski dönemlerinden itibaren toplumsal yaşamın, siyasal düzenin ve örgütsel yapının merkezinde yer alan bir olgu olarak varlığını sürdürmektedir. Tarihsel bağlamda incelendiğinde liderliğin, başlangıçta daha çok otorite, güç ve yönetim kapasitesiyle özdeşleştirildiği görülmektedir. Günümüz bağlamında liderliğin önem kazanmasının temel nedenlerinden biri, küreselleşme, dijitalleşme ve toplumsal dönüşümlerin beraberinde getirdiği belirsizlik, karmaşıklık ve hızla değişen koşullardır. Bu koşullar, geleneksel yönetim pratiklerinin sınırlarını zorlamakta; liderliğin yalnızca yönetsel bir işlev değil, aynı zamanda örgütsel öğrenme, yenilikçilik ve dönüşümün merkezinde yer alan stratejik bir kapasite olduğunu göstermektedir (Heifetz, Grashow & Linsky, 2009). Yenipınar (2020), liderliği yalnızca bir yönlendirme ya da karar alma süreci olarak değil, bir dönüşüm aracı olarak ele almaktadır. Bu perspektife göre liderlik, örgütlerde mevcut yapıları sorgulama, değerler sistemini yeniden inşa etme ve örgütsel kültürü dönüştürme kapasitesiyle anlam kazanmaktadır. 21. yüzyılın temel parametreleri dikkate alınarak, liderliğin gelecekte nasıl bir dönüşüm geçireceğine dair öngörüler sunulacaktır.

LİTERATÜR BULGULARI

1. Liderliğin Önemi

Liderlik, bireylerin motivasyonlarını harekete geçiren, aidiyet duygularını güçlendiren ve kişisel gelişimlerini destekleyen bir süreçtir. Güçlü liderlik, bireylere kendilerini geliştirme ve yaratıcılıklarını ortaya koyma yönünde ilham verir (Avolio & Gardner, 2005). Kurumların başarısı, yalnızca maddi kaynaklar veya teknik donanımlarla değil; aynı zamanda bu kaynakların nasıl yönlendirildiği ve çalışanların ortak bir vizyon etrafında nasıl bütünleştirildiği ile doğrudan ilişkilidir (Kotter, 2012). Kamu yönetiminde liderlik, toplumsal taleplere hızlı ve etkili çözümler üretme kapasitesini güçlendirirken (Yukl, 2013) , özel sektörde ise yenilikçi ürün ve hizmetler geliştirme, verimliliği artırma ve kurum kültürünü güçlendirme açısından kritik bir rol oynamaktadır (Bass & Riggio, 2006). Yeni dünya düzeni, liderlerden yalnızca yönetsel beceriler değil; aynı zamanda vizyon geliştirme, belirsizlik ortamında karar alabilme, empati kurabilme ve inovasyonu destekleyebilme gibi çok boyutlu beceriler talep etmektedir (Senge, 2006).

2. Liderlik Yaklaşımları

Liderlik literatürü, disiplinler arası bir nitelik taşımakta ve psikoloji, sosyoloji, yönetim bilimleri ile eğitim gibi farklı alanların katkılarıyla zenginleşmektedir. Literatür incelendiğinde, Koçel (2022), Northouse (2021) ve Bass (1990) gibi temel kaynakların liderlik kuramlarının sistematik bir özetini sunduğu görülmektedir.

2.1. Çağdaş Liderlik Yaklaşımları

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren gelişen çağdaş liderlik teorileri ele alınmıştır. Bu çerçevede dönüşümcü liderlik, hizmetkâr liderlik, otantik liderlik ve paylaşılan liderlik gibi yaklaşımlar analiz edilerek, liderliğin yalnızca yönetimsel bir süreç değil; aynı zamanda vizyon, değerler, etik ve katılımcılık temelinde şekillenen bir olgu olduğu vurgulanmaktadır (Avolio & Gardner, 2005; Greenleaf, 1977; Pearce & Conger, 2003).

2.2. Dönüşümcü Liderlik Yaklaşımı

Bass (1990), liderlik literatüründe özellikle dönüşümcü liderlik teorisiyle öne çıkmıştır. Etkileşimci (Transactional) liderlik, ödül-ceza sistemiyle işleyen ve mevcut düzeni korumaya

odaklıyken , Dönüşümcü (Transformational) Liderlik ise liderin takipçilerin değerlerini, motivasyonlarını ve vizyonlarını dönüştürerek onları daha yüksek amaçlara yönlendirdiği bir modeldir. Bu modelin dört temel boyutu bulunur: Karizma/ilham verici motivasyon, bireysel ilgi, entelektüel uyarım ve motivasyonel etkileşim. Bass'ın katkısı, liderliği örgütsel kültürü ve bireysel gelişimi dönüştüren stratejik bir güç olarak konumlandırmasıdır.

2.3. Dönüşümcü ve Eğitim Temelli Liderlik

Yenipınar (2020), liderliği bir dönüşüm aracı olarak ele almakta ve özellikle eğitim kurumları bağlamında liderliğin önemini vurgulamaktadır. Ona göre liderlik, bireylerin gelişimini destekleyen, değerler sistemini dönüştüren ve eğitim süreçlerini yeniden yapılandıran bir dinamiktir.

3. Liderliğin Disiplinler Arası Niteliği

Liderlik araştırmalarının disiplinler arası karakteri literatürde açıkça ortaya konmaktadır:

- **Psikoloji:** Liderliğin kişilik özellikleri, motivasyon ve bireysel farklılıklarla ilişkisini inceler.
- **Sosyoloji:** Liderliği toplumsal yapı, kültürel normlar, sosyal roller ve güç ilişkileri çerçevesinde analiz eder.
- **Yönetim Bilimleri:** Liderliği örgütsel verimlilik, stratejik karar alma ve kurumsal başarı boyutlarıyla ele alır.
- **Eğitim Bilimleri:** Liderliği öğrenme ortamlarının niteliği ve bireysel potansiyelin geliştirilmesi bağlamında inceler.

4. Liderlik Anlayışının Tarihsel Dönüşümü

Liderlik, tarih boyunca farklı toplumsal ve kültürel koşulların etkisiyle sürekli yeniden tanımlanmıştır. Antik dönemden modern döneme uzanan bu gelişim süreci, liderliğin yalnızca bireysel nitelikler ya da yönetsel işlevlerle açıklanamayacağını; felsefi, dini, siyasal ve sosyolojik temellere dayandığını göstermektedir (Bass, 1990; Northouse, 2021).

Antik Yunan düşüncesinde liderlik, erdem ve bilgelik ile doğrudan ilişkilendirilmiş; Platon'un "filozof-kral" anlayışı, liderlerin bilgeliğe dayalı olarak adaletli bir toplum düzeni inşa etmeleri gerektiğini savunmuştur (Platon, MÖ 380/2007). Orta Çağ boyunca ise liderlik, "İlahi hak" (divine right) doktriniyle Tanrı'nın iradesinin yeryüzündeki yansıması olarak görülmüştür (Uğurlu, 2019). Rönesans döneminde Machiavelli'nin *Prens* adlı eseri, liderin erdemli olmasından çok gücü koruma ve başarıya ulaşma becerisini ön plana çıkarmış, bu da modern siyasal liderlik anlayışının temelini oluşturmuştur. Aydınlanma Çağı'nda ise liderlik, akıl, bilim ve toplumsal sözleşme ilkeleri çerçevesinde yeniden yorumlanarak halkın rızasına dayalı bir sürece dönüşmüştür (Rousseau, 1762/2019).

Sanayi Devrimi sonrasında liderlik, kitlesel üretim ve örgütlü yapılar nedeniyle kurumsal ihtiyaçlar doğrultusunda yeniden tanımlanmıştır (Koçel, 2022; Northouse, 2021). 20. yüzyılın başlarında Frederick W. Taylor, liderin temel görevinin iş süreçlerini bilimsel yöntemlerle inceleyerek en yüksek verimliliği sağlamak olduğunu savunan Bilimsel Yönetim anlayışını ortaya koymuştur (Taylor, 1911/1998). Aynı dönemde Max Weber, otorite tipolojisi içerisinde "karizmatik liderliği" olağanüstü kişisel özelliklerden doğan bir kategori olarak tanımlamış ve bürokrasi modelinde ise liderliği kurallara, prosedürlere ve hiyerarşiye dayalı rasyonel-yasal bir işlev olarak açıklamıştır (Weber, 1947/1978). 20. yüzyılın ortalarından itibaren davranışsal ve durumsallık yaklaşımları, liderliğin etkinliğinin bağlama ve izleyici özelliklerine göre değiştiğini ortaya koyarak insani boyutları ön plana çıkarmıştır (Stogdill & Coons, 1957; Yukl, 2013). Son olarak, 1980'lerden itibaren Burns (1978) ve Bass (1990) tarafından geliştirilen dönüşümcü liderlik, değişimi yönlendiren, ilham veren ve örgütsel kültürü dönüştüren bir süreç olarak tanımlanmıştır (Bass & Riggio, 2006; Nanus, 1992).

5. 21. Yüzyıl Liderlik Becerileri

Geleceğin liderlik anlayışı, hızla değişen teknolojik, ekonomik ve toplumsal koşulların yarattığı ihtiyaçlar doğrultusunda şekillenmektedir.

5.1. Dijital Liderlik Dijital liderlik, örgütlerin dijital dönüşüm süreçlerini yönetme, teknolojiyi stratejik hedeflerle uyumlu hale getirme ve dijital çağın gerektirdiği yeni becerileri geliştirme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Westerman, Bonnet & McAfee, 2014). Geleneksel liderlikten farklı olarak, dijital liderlik yalnızca insan kaynağını yönetmekle sınırlı değildir; aynı zamanda veri, teknoloji, inovasyon ve dijital ağların etkin kullanımını da kapsamaktadır (El Sawy et al., 2016).

- **Veri Temelli Karar Alma:** Dijital liderlik, karar süreçlerinde sezgilerden çok veri analitiği, yapay zekâ ve büyük veri gibi teknolojik araçların kullanımını ön plana çıkarır. Dijital çağda lider, veriye dayalı öngörüler geliştiren ve stratejik kararlarını bu bilgiler ışığında şekillendiren bir aktör haline gelmiştir (Brynjolfsson & McAfee, 2017).
- **Çeviklik (Agility) ve Uyarlanabilirlik:** Dijital liderlik, belirsizlik ortamında hızlı uyum sağlama, esnek kararlar alma ve çevik organizasyonlar kurma becerisini gerektirir. Kriz dönemlerinde dijital araçlarla hızlı koordinasyon sağlamak, liderliğin çeviklik boyutunun önemini açıkça ortaya koymuştur (Dirani et al., 2020).

5.2. İnsani Yetkinlikler

Modern liderlerin en kritik niteliklerinden biri esnekliktir. Belirsizliğin hâkim olduğu VUCA ortamında liderlerin katı ve durağan bir anlayışla hareket etmeleri artık mümkün değildir. Geleceğin liderleri, krizlere hızlı tepki verebilen ve beklenmedik değişimlere uyum sağlayabilen kişiler olacaktır (Bennis & Nanus, 2007).

Yeni nesil liderlik becerilerinin temelinde duygusal zekâ bulunmaktadır. Liderin kendi duygularını tanıyabilmesi, onları yönetebilmesi ve başkalarının duygularını anlayarak etkili iletişim kurabilmesi gerekmektedir (Goleman, 1998). Küreselleşmenin yoğunlaştığı bir dünyada, liderlik için vazgeçilmez hale gelen bir diğer beceri de kültürel farkındalıktır. Kültürel farkındalığı yüksek liderler, farklı değer sistemlerini bir araya getirebilir ve çeşitlilik yönetimini stratejik bir avantaj haline dönüştürebilir (Hofstede, Hofstede & Minkov, 2010). Geleceğin liderlerinden beklenen en yenilikçi özelliklerden biri ise yaratıcılıktır. Yaratıcı liderler, rutin çözümlerin ötesine geçerek örgütleri için yenilikçi ürünler, hizmetler ve süreçler geliştirebilirler (Amabile, 1996).

Bu becerilerin ötesinde, Yenipınar'ın (2020) vurguladığı "Öğrenen Lider" profili, liderin yalnızca bilgiyi aktaran değil, aynı zamanda sürekli öğrenen ve kendini geliştiren bir figür olduğunu ifade eder.

6. Yapay Zekâ Çağında İnsan Merkezli Liderlik

21. yüzyılda yapay zekâ (YZ) ve dijital otomasyon, liderliğin doğasını kökten dönüştürmektedir. Ancak liderliğin özünde yer alan insani yön — değerler, etik sorumluluk, empati ve vizyon — teknoloji tarafından devralınamaz. Bu nedenle geleceğin liderlik anlayışı, teknolojiyi stratejik bir destek unsuru olarak kullanan, fakat merkezine her zaman insanı yerleştiren insan merkezli bir yaklaşım olmak zorundadır (George, 2022).

- **Yapay Zekâ Destekli Kararlar ve İnsan Faktörü:** YZ destekli liderlik kararları, hızlı veri analizi ve sistematik çözümler geliştirme avantajı sunmaktadır. Ancak algoritmaların tarafsız görünmelerine rağmen, kullanılan verilerin önyargılar içermesi ve etik olmayan sonuçların doğması mümkündür (O'Neil, 2016). İnsan merkezli lider, teknolojiyi "tek karar verici" değil, "karar destekleyici" bir araç olarak konumlandırır.
- **Etik Sorumluluk ve Hesap Verebilirlik:** YZ çağında liderlerden beklenen en önemli nitelik etik sorumluluk bilincidir. İnsan merkezli liderlik, teknolojiyi etik süzgeçten geçirerek, insan haklarını gözeten ve toplumsal faydayı önceliklendiren bir vizyonla hareket etmeyi gerektirir.
- **Empati ve İnsani Bağ Kurma:** Dijital çağda lideri farklılaştıran bir diğer özellik, empati ve insani bağ kurma becerisidir. Empati, ilham verme, duygusal ihtiyaçları anlama, güven ortamı yaratma gibi insana özgü niteliklerle liderin etkisini artırır (Goleman, 1998).

- **Teknolojinin Konumlandırılması:** Yapay zekâ, liderin iş yükünü hafifleten, karar süreçlerini destekleyen ve alternatif senaryolar üreten güçlü bir yardımcıdır; fakat liderin vizyonerlik ve insan ilişkilerini yönetme fonksiyonlarını devralamaz (Shrestha, Ben-Menahem & Krogh, 2019).

SONUÇ

Liderlik, tarihsel süreçte sabit bir tanıma sahip olmayan, her dönemin toplumsal yapısı ve örgütsel ihtiyaçları doğrultusunda sürekli yeniden şekillenen dinamik bir olgudur. Antik dönemden günümüze kadar liderlik, erdem, ilahi otorite, akıl, rasyonel yönetim ve dönüşümcü yaklaşımlar gibi farklı değerler çerçevesinde anlam kazanmıştır. 21. yüzyılda ise dijitalleşme, yapay zekâ ve küreselleşme gibi faktörler liderliğin doğasını kökten değiştirmektedir. Çalışmanın ortaya koyduğu en temel sonuç, liderliğin dinamik ve sürekli dönüşen bir yapıya sahip olduğudur. Teknolojik ilerlemeler karşısında dahi, liderliğin özünde yer alan etik sorumluluk, empati, yaratıcılık, kültürel farkındalık ve esneklik gibi insani değerler daha da kritik hale gelmiştir.

ÖNERİLER

- Eğitim kurumlarında ve örgütlerde, dönüşümcü, öğrenen ve katılımcı liderlik modellerini geliştirecek kapsamlı programlar uygulanmalıdır. Liderlik eğitimleri, duygusal zekâ, empati, etik karar alma ve dijital beceriler gibi konuları kapsayacak şekilde yeniden yapılandırılmalıdır.
- Kamu liderleri, şeffaflık, hesap verebilirlik ve vatandaş katılımını artırmakla yükümlüdür. Etik ilkelere dayalı liderlik, kamu kurumlarının güvenilirliğini artıracaktır.
- Kadın liderlerin dönüştürücü ve katılımcı liderlik tarzları, örgütsel verimlilik açısından kritik katkılar sunmaktadır. Toplumsal cinsiyet eşitliğini destekleyen politikalarla kadın liderlik modelleri rol model olarak güçlendirilmelidir.
- Liderlerin yapay zekâ, büyük veri ve dijital iletişim gibi alanlarda yetkinlik kazanması gerekmektedir. Ancak teknoloji, liderliğin insani değerlerini ve stratejik vizyonunu destekleyen bir araç olarak kullanılmalıdır.
- Geleceğin liderleri, ekonomik başarıyı toplumsal adalet, çevresel sorumluluk ve etik değerlerle bütünleştiren bir vizyon geliştirmelidir.
- Küreselleşen dünyada, çeşitliliği bir zenginlik olarak gören ve farklılıkları kapsayıcı biçimde yönetebilen liderlik yaklaşımları, örgütlerin uzun vadeli başarısını artıracaktı.

KAYNAKÇA

Amabile, T. M. (1996). Creativity in context. Westview Press.

Aristoteles. (2012). Politika (M. Tuncay, Çev.). İstanbul: Remzi Kitabevi. (Orijinal eser MÖ 350) .

Avolio, B. J., & Gardner, W. L. (2005). Authentic leadership development: Getting to the root of positive forms of leadership. The Leadership Quarterly, 16(3), 315–338..

Bass, B. M. (1990). From transactional to transformational leadership: Learning to share the vision. Organizational Dynamics, 18(3), 19–31..

Bennis, W., & Nanus, B. (2007). Leaders: Strategies for taking charge (2nd ed.). Harper Business.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future. W. W. Norton & Company.

Burns, J. M. (1978). Leadership. Harper & Row.

Dirani, K. M., Abadi, M., Alizadeh, A., Barhate, B., Garza, R. C., Gunasekara, N., ... & Majzun, Z. (2020). Leadership competencies and the essential role of human resource development in crisis times: A response to COVID-19 pandemic. Human Resource Development International, 23(4), 380–394.

El Sawy, O. A., Kræmmergaard, P., Amsinck, H., & Vinther, A. L. (2016). How LEGO built the foundations and enterprise capabilities for digital leadership. MIS Quarterly Executive, 15(2), 141–166.

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. Minds and Machines, 28(4), 689–707.

George, B. (2022). True north: Emerging leader edition. Wiley.

Goleman, D. (1998). Working with emotional intelligence. Bantam Books.

Greenleaf, R. K. (1977). Servant leadership: A journey into the nature of legitimate power and greatness. Paulist Press.

Heifetz, R. A., Grashow, A., & Linsky, M. (2009). The practice of adaptive leadership: Tools and tactics for changing your organization and the world. Harvard Business Press.

Hofstede, G., Hofstede, G. J., & Minkov, M. (2010). Cultures and organizations: Software of the mind (3rd ed.). McGraw-Hill.

Koçel, T. (2022). İşletme yöneticiliği (18. baskı). İstanbul: Beta Yayıncılık.

Machiavelli, N. (2004). Prens (S. Eyüboğlu, Çev.). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. (Orijinal eser 1513) .

Nanus, B. (1992). Visionary leadership: Creating a compelling sense of direction for your organization. Jossey-Bass.

Northouse, P. G. (2021). Leadership: Theory and practice (9th ed.). Sage Publications.

O'Neil, C. (2016). Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy. Crown.

Pearce, C. L., & Conger, J. A. (Eds.). (2003). Shared leadership: Reframing the hows and whys of leadership. Sage.

Platon. (2007). Devlet (S. Eyüboğlu, Çev.). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. (Orijinal eser MÖ 380) .

Rousseau, J. J. (2019). Toplum sözleşmesi (M. A. Ağaoğulları, Çev.). İstanbul: İletişim Yayınları. (Orijinal eser 1762) .

Senge, P. M. (2006). The fifth discipline: The art and practice of the learning organization. Currency.

Shrestha, Y. R., Ben-Menahem, S. M., & Krogh, G. (2019). Organizational decision-making structures in the age of artificial intelligence. California Management Review, 61(4), 66–83.

Taylor, F. W. (1998). Bilimsel yönetimin ilkeleri (Ö. G. Yavuz, Çev.). İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları. (Orijinal eser 1911) .

Uğurlu, A. (2019). Ortaçağ'da iktidar ve ilahi hak doktrini. Tarih Araştırmaları Dergisi, 38(66), 213–234.

Weber, M. (1978). Economy and society: An outline of interpretive sociology (G. Roth & C. Wittich, Eds.). Berkeley: University of California Press. (Orijinal eser 1947) .

Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). Leading digital: Turning technology into business transformation. Harvard Business Review Press.

Yenipınar, Ş. (2020). Liderlik ve örgütsel dönüşüm: Öğrenen lider profili üzerine bir inceleme. Ankara: Nobel Yayıncılık.

Yukl, G. (2013). Leadership in organizations (8th ed.). Pearson.

THE EFFECT OF VEHICLE MASS AND VOLUME CHANGES ON ENERGY CONSUMPTION IN N2 CATEGORY ELECTRIC CARGO VAN VEHICLES[1]

Ahmet Serdar SERTER[1]
[1]Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş., ARGE Department, Mersin / Türkiye

Abstract:
Electric cargo vans are playing an increasingly critical role in the logistics and last-mile delivery sector, in line with zero-emission targets. However, due to their functional requirements, their large and tall body structures inevitably result in a high aerodynamic drag coefficient (Cd), which directly reduces the efficiency of the valuable energy provided by the battery.
In this study, the systematic effects of three key design and operational parameters on the energy consumption and single-charge driving range of an electric cargo van were examined. These parameters include changes in the base vehicle mass, maximum permissible payload, and internal cargo volume. To assess the impact of these structural modifications on energy efficiency, VECTO simulations were conducted under various load scenarios and driving conditions, such as urban and highway routes.
The analysis results indicate that every kilogram increase in base vehicle mass nearly linearly increases energy consumption, particularly in urban stop-and-go traffic. The use of lightweight materials directly improves range by reducing vehicle mass. Changes in the maximum payload were also found to have a significant effect on energy consumption in both unloaded and loaded conditions.
It was observed that increasing the cargo volume leads to higher energy consumption due to changes in the vehicle's aerodynamic characteristics.
In conclusion, minimizing energy consumption and maximizing range in electric cargo vans requires the integrated application of three key strategies: reducing base vehicle mass through innovative design and materials, optimizing internal volume to balance aerodynamic performance and payload capacity, and improving operational processes by optimizing loading and route planning. This holistic approach is critical for reducing the total cost of ownership of electric commercial vehicles and achieving sustainable logistics goals.
Keywords: VECTO, electric vehicle, driving range, energy consumption, zero CO_2 emissions

---

[1] This study belongs to the first author and was carried out within the R&D Department of Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş.
ORCID: 0009-0004-4320-7367

ARAÇ KÜTLE VE HACİM DEĞİŞİMİNİN N2 KATEGORİ ELEKTRİKLİ KARGO VAN ARAÇLARDA ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİ[1]

Özet:
Elektrikli kargo van araçlar, lojistik ve son dağıtım sektöründe sıfır emisyon hedefleri doğrultusunda giderek daha kritik bir rol üstlenmektedir. Ancak, bu araçların fonksiyonel gereklilikleri nedeniyle sahip oldukları geniş ve yüksek gövde yapıları, kaçınılmaz olarak yüksek bir aerodinamik sürüklenme katsayısına (Cd değeri) yol açmakta ve bu durum bataryadan sağlanan değerli enerjinin verimliliğini doğrudan olumsuz etkilemektedir.

Bu çalışma kapsamında, elektrikli bir kargo vanın enerji tüketimi ve tek şarjla ulaşabileceği menzil üzerinde etkili olan üç temel tasarım ve işletme parametresinin sistematik etkisi incelenmiştir. Bu parametreler; baz araç ağırlığındaki değişim, maksimum yüklü kütle kapasitesi ve araç iç hacmindeki düzenlemelerdir. Bu yapısal değişikliklerin enerji verimliliğine etkisini değerlendirmek için, şehir içi ve çevre yolu gibi farklı sürüş koşullarında çeşitli yük senaryoları üzerinden VECTO simülasyonları gerçekleştirilmiştir.
Analiz sonuçları, baz araç ağırlığındaki her kilogram artışın özellikle şehir içi dur-kalk sürüşlerde enerji tüketimini neredeyse doğrusal olarak yükselttiğini göstermektedir. Hafif malzemelerin kullanımı ise ağırlığı azaltarak menzili doğrudan artırmaktadır. Maksimum yüklü kütledeki değişimlerin de hem boş hem yüklü kullanımda enerji tüketimini belirgin şekilde etkilediği görülmüştür.
Araç kargo hacmi artırıldığında, aerodinamik yapının değişmesi nedeniyle enerji tüketiminin arttığı gözlemlenmiştir.
Sonuç olarak, elektrikli kargo vanlarda enerji tüketimini azaltmak ve menzili artırmak için üç temel stratejinin birlikte uygulanması gerekmektedir: inovatif tasarım ve malzemelerle baz araç kütlesinin azaltılması, aerodinamik performans ile yük kapasitesini dengeleyen uygun iç hacim tasarımı ve operasyonel süreçlerde yükleme ile rota planlamasının optimize edilmesi. Bu bütüncül yaklaşım, elektrikli ticari araçlarda toplam sahip olma maliyetini düşürmek ve sürdürülebilir lojistik hedeflerine ulaşmak için kritik öneme sahiptir.
Anahtar Kelimeler: VECTO, elektrikli araç, menzil, enerji tüketimi, sıfır CO_2 emisyonu

---

[1] Bu çalışma KOLUMAN OTOMOTİV ENDÜSTRİ A.Ş. ARGE DEPARTMANI birinci yazara aittir.
ORCID: 0009-0004-4320-7367

1. GİRİŞ

İklim değişikliğiyle mücadele ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda, küresel ulaşım sektörü hem enerji tüketiminin azaltılması hem de sera gazı salımlarının düşürülmesi açısından kritik bir konuma sahiptir. Ulaşım sektörünün, toplam küresel emisyonlar içerisindeki belirgin payı, özellikle ağır hizmet taşıtlarının çevresel etkilerinin azaltılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda Avrupa Birliği (AB), karbon emisyonlarının düşürülmesi amacıyla kapsamlı, çok katmanlı ve teknik ayrıntılar içeren bir düzenleyici çerçeve geliştirmiştir. AB'nin bu alandaki en önemli düzenlemelerinden biri, yeni ağır hizmet taşıtları için zorunlu CO_2 emisyon standartlarını tanımlayan ve üreticilerin emisyon performanslarını değerlendirmek için VECTO (Vehicle Energy Consumption Calculation Tool) simülasyon yazılımının kullanılmasını şart koşan (AB) 2017/2400 sayılı Yönetmelik'tir. VECTO, taşıtın teknik özelliklerini, kullanım senaryolarını, güç aktarma sistemini ve yapılandırmasını dikkate alarak enerji tüketimi ve CO_2 emisyonu hesaplamalarını standartlaştıran kritik bir doğrulama aracıdır (VECTO,2018).
Bu araştırma, teknik olarak izin verilen maksimum yüklü kütlesi 5.000 kg'ı aşan ve 7.400 kg'ı aşmayan, bu kapsamda 6.500 kg olarak sınıflandırılan ve (AB) 2018/858 sayılı Yönetmeliğin ilgili maddelerine göre "hafif/orta yük kamyonu" (medium lorry) olarak tanımlanan bir N2 kategorisi aracın değerlendirilmesine odaklanmaktadır (AB 2018/858). Çalışmanın temel amacı, söz konusu aracın (AB) 2017/2400 Yönetmeliği kapsamındaki VECTO simülasyon sürecine dahil edilme gerekliliklerini incelemek, bu süreçte dikkate alınan değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini ölçmek ve aracın operasyonel verimliliğini niceliksel açıdan ortaya koymaktır (AB 2017/2400).

Bu bağlamda yapılan analizlerde, aracın azami yüklü ağırlığındaki değişiklikler, aracın kendi ağırlığı, kasa yapısında gerçekleştirilen modifikasyonlar ve kargo hacmindeki artış veya azaltım gibi parametreler detaylı şekilde ele alınmıştır. Her bir değişikliğin, aracın toplam enerji tüketimi üzerindeki etkisi ayrı ayrı değerlendirilmiş; ayrıca bu parametrelerin, sıfır CO_2 emisyonuyla kat edilebilecek toplam menzile olan yansımaları matematiksel olarak karşılaştırılmıştır. Böylece, aracın teknik konfigürasyonundaki farklılaşmaların enerji verimliliği, operasyonel karbon ayak izi, batarya tüketimi, aerodinamik performans ve genel sürüş dinamikleri üzerindeki etkileri bütüncül bir perspektifle ortaya konmuştur.
Sonuç olarak bu çalışma, söz konusu N2 kategorisi elektrikli aracın VECTO kapsamında simüle edilen performansının, gerçek kullanım senaryolarındaki enerji tüketimi projeksiyonlarıyla ne ölçüde örtüştüğünü ortaya çıkararak, sürdürülebilir taşımacılık politikaları açısından önemli bir teknik değerlendirme sunmaktadır. Elde edilen bulgular, hem üreticiler hem de düzenleyici kurumlar için enerji verimliliğinin artırılması, araç tasarımının optimize edilmesi ve düşük karbonlu ulaştırma sistemlerine geçişin hızlandırılmasına yönelik karar süreçlerine katkı sağlayacak nitelikte kapsamlı bir veri seti üretmektedir.

2. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Bu bölüm, çalışmada kullanılan araç modeline ilişkin teknik özellikleri ile azami yüklü kütle, araç ağırlığı ve kargo hacmi gibi temel parametreleri; ayrıca kullanılan simülasyon yazılımının işleyişi ve uygulanan analiz metodolojisinin ayrıntılarını kapsamaktadır.

2.1. Araç Modeli ve Temel Özellikleri

Çalışmada, Avrupa Birliği'nin ağır hizmet taşıtlarına yönelik düzenleyici çerçevesi kapsamında "medium lorry" olarak sınıflandırılan, tamamen elektrikli bir N2 kategorisi kargo van aracı esas alınmıştır. İncelenen araç, teknik olarak izin verilen maksimum yüklü kütlesi 5.000 kg'ı aşan ve 7.400 kg'ı aşmayan araçlar grubunda yer almakta olup, bu sınıf içerisinde 6.500 kg azami yüklü kütle değerine sahip olacak şekilde yapılandırılmıştır. Bu ağırlık aralığı, aracı hem taşıma kapasitesi hem de enerji tüketim profili bakımından orta sınıf elektrikli ticari taşıtların temsilcisi hâline getirmektedir.

Tablo 1: Araç Teknik Özellikleri

Değişkenler	Standart	Azami Ağırlık Artışı	Araç ağırlık artışı	Araç ağırlık artışı
Elektrik Motoru Maks. Net Güç	150 kW	150 kW	150 kW	150 kW
Batarya	141 kWh	141 kWh	141 kWh	141 kWh
Araç Uzunluğu	7.49 m	7.49 m	7.49 m	7.49 m
Araç Genişliği	2.0 m	2.0 m	2.0 m	2.0 m
Araç Yüksekliği	2.675 m	2.675 m	2.675 m	2.675 m
Aks merkezleri arasındaki uzunluk	4.325 m	4.325 m	4.325 m	4.325 m
Kargo Hacmi	16.3 m3	16.3 m3	16.3 m3	17.3 m3
Aks konfigurasyonu	4x2 (arka aks çift lastik)	4x2 (arka aks çift lastik)	4x2 (arka aks çift lastik)	4x2 (arka aks çift lastik)
Üstyapı Kodu	BB	BB	BB	BB
Aracın Ağırlığı	3900 kg	3900 kg	4000 kg	3900 kg
Azami Yüklü Kütle	6500 kg	7000 kg	6500 kg	6500 kg
Lastik/Yuvarlanma Direnci Katsayısı	215/75 R17.5 7.0 N/kN	215/75 R17.5 7.0 N/kN	215/75 R17.5 7.0 N/kN	215/75 R17.5 7.0 N/kN

2.2. Simülasyon Yazılımı ve Senaryolar

Bu çalışmada enerji tüketimi ile menzil hesaplamaları, Avrupa Komisyonu'nun ağır hizmet taşıtlarına yönelik CO_2 emisyonlarının resmi değerlendirilmesinde kullanılan simülasyon aracı VECTO'nun (Vehicle Energy Consumption Calculation Tool) 5.0.3 sürümü kullanılarak

gerçekleştirilmiştir. Fiziksel prensiplere dayalı doğrulanmış modelleme yapısı, elde edilen sonuçların metodolojik tutarlılığını ve bilimsel geçerliliğini desteklemektedir.
Analizler, kargo van araçlarının gerçek kullanım senaryolarını yansıtmak amacıyla, VECTO'nun standartlaştırılmış sürüş döngülerinden "Regional Delivery (RD)" ve "Urban Delivery (UD)" profilleri uygulanarak yürütülmüştür. Bu döngüler, sırasıyla bölgesel taşımacılık ile kentsel dağıtım operasyonlarında gözlemlenen hız, ivmelenme ve dur-kalk karakteristiklerini temsil etmektedir.

2.3. Veri Analizi Yöntemi

2.3.1. Azami Yüklü Kütle

Azami yüklü kütledeki farklılığın verim üzerindeki etkisini belirlemek için, VECTO yazılımı tarafından hesaplanan enerji tüketimi (kWh/km) ve sıfır CO_2 emisyonu ile kat edilebilen menzil (km) çıktıları kaydedilmiştir.
Verim karşılaştırması, aşağıdaki formüller kullanılarak yapılmıştır:

Enerji tüketimi verimi (%)

= (Enerji_Tüketimi_Yüksek_Azami_Yüklü_Kütle - Enerji_Tüketimi_Düşük Azami_Yüklü _Kütle) / Enerji_Tüketimi_Yüksek_Azami_Yüklü_Kütle) x 100

Sıfır CO_2 emisyonu ile kat edilebilen menzil verimi (%)

= [(Menzil_ Düşük _Azami_Yüklü_Kütle – Menzil_Yüksek_Azami_Yüklü _Kütle) / Menzil_ Düşük _Azami_Yüklü_Kütle] x 100

Bu niceliksel analiz, azami yüklü kütlede yapılan 500 kg'lık artışın enerji tüketimi ve menzil performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, çalışma lastik yuvarlanma direnci parametresinin N2 kategorisi tamamen elektrikli kargo vanın toplam enerji verimliliğine olan katkısını da ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu kapsamda iki farklı yükleme senaryosu kullanılarak simülasyonlar yürütülmüş ve azami kütleye bağlı enerji tüketim verimliliği karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

2.3.2. Araç Ağırlığı

Araç ağırlığındaki farklılığın verim üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, VECTO yazılımı tarafından hesaplanan enerji tüketimi (kWh/km) ve sıfır CO_2 emisyonu ile kat edilebilen menzil (km) çıktıları kayıt altına alınmıştır. Verim karşılaştırmaları aşağıdaki formüller kullanılarak yapılmıştır:

Enerji tüketimi verimi (%)

= [(Enerji_Tüketimi_Yüksek_Araç_Ağırlığı) – (Enerji_Tüketimi_Düşük_Araç_Ağırlığı) / Enerji_Tüketimi_Yüksek_Araç_Ağırlığı)]× 100

Sıfır CO_2 emisyonu ile kat edilebilen menzil verimi (%)

= [(Menzil_ Düşük _Araç_Ağırlığı) – (Menzil_Yüksek_Araç_Ağırlığı) / (Menzil_ Düşük _Araç_Ağırlığı)] × 100

Bu niceliksel analiz, araç toplam ağırlığında yapılan 100 kg'lık değişimin enerji tüketimi ve menzil performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma aynı zamanda lastik yuvarlanma direncinin, N2 kategorisindeki tamamen elektrikli kargo vanın genel enerji verimliliğine yaptığı katkıyı incelemeyi de amaçlamaktadır. Bu doğrultuda iki farklı araç ağırlığı senaryosu için simülasyonlar yürütülmüş ve ağırlık değişimine bağlı enerji tüketimi verimliliği karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

2.3.3. Kargo Hacmi

Kargo hacmindeki farklılığın verim üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, VECTO yazılımı tarafından hesaplanan enerji tüketimi (kWh/km) ve sıfır CO_2 emisyonu ile kat edilebilen menzil (km) çıktıları kaydedilmiştir. Verim karşılaştırmaları aşağıdaki formüller kullanılarak gerçekleştirilmiştir:

Enerji tüketimi verimi (%)

= [(Enerji_Tüketimi_Yüksek_Kargo_Hacmi) – (Enerji_Tüketimi_Düşük_Kargo_Hacmi) / (Enerji_Tüketimi_Yüksek_Kargo_Hacmi)] × 100

Sıfır CO_2 emisyonu ile kat edilebilen menzil verimi (%)
= [(Menzil Düşük_Kargo_Hacmi) – Menzil_Yüksek_Kargo_Hacmi) / (Menzil Düşük_Kargo_Hacmi)] × 100

Bu niceliksel analiz, kargo hacminde yapılan 1 m³'lük artışın (16.3 m³ → 17.3 m³) enerji tüketimi ve menzil performansı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür.. Bu kapsamda iki farklı kargo hacmi senaryosu için simülasyonlar gerçekleştirilmiş ve hacim değişimine bağlı enerji tüketimi verimliliği karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 BULGULAR

Standart aracımıza ait ilgili teknik özellikler ve değerler VECTO programının veri tabanına girildikten sonra ortalama sonuç değerleri elde edilmiştir.

Tablo 2: Standart aracın ortalama sonuç değerleri

Parametre	Değer	Birim
Ortalama Taşıma Yükü	0,615	ton
Enerji Tüketimi (kWh/km)	0,6724	kWh/km
Enerji Tüketimi (kWh/t-km)	1,093	kWh/t-km
Enerji Tüketimi (kWh/m³-km)	0,04125	kWh/m³-km
Enerji Tüketimi (MJ/km)	2,421	MJ/km
Enerji Tüketimi (MJ/t-km)	3,934	MJ/t-km
Enerji Tüketimi (MJ/m³-km)	0,1485	MJ/m³-km
Gerçek Şarj Boşalma Menzili	37,5	km
Eşdeğer Tam Elektrikli Menzil	37,5	km
Sıfır CO_2 Emisyon Menzili	37,5	km

Standart araçta 6500 kg olan azami yüklü kütle 7000 kg olarak değiştirilip diğer parametrelerde değişiklik yapmayarak VECTO programının veri tabanına girildikten sonra ortalama sonuç değerleri elde edilmiştir.

Tablo 3: 7000 kg azami yüklü kütleye sahip aracın ortalama sonuç değerleri

Parametre	Değer	Birim
Ortalama Taşıma Yükü	0,676	ton
Enerji Tüketimi (kWh/km)	0,6742	kWh/km
Enerji Tüketimi (kWh/t-km)	0,9969	kWh/t-km
Enerji Tüketimi (kWh/m³-km)	0,04136	kWh/m³-km
Enerji Tüketimi (MJ/km)	2,427	MJ/km
Enerji Tüketimi (MJ/t-km)	3,589	MJ/t-km
Enerji Tüketimi (MJ/m³-km)	0,1489	MJ/m³-km
Gerçek Şarj Boşalma Menzili	37,4	km
Eşdeğer Tam Elektrikli Menzil	37,4	km
Sıfır CO_2 Emisyon Menzili	37,4	km

N2 kategori elektrikli kargo van aracımızın 7000 kg azami yüklü kütleye sahip olması durumunda, Tablo 3'de gösterildiği gibi enerji tüketimi 0.6742kWh/km, Sıfır CO_2 emisyonu ile kat edilebilen menzil ise 37.4 km dir.

Diğer bir değişken özellik olarak aracın 3900 kg olan mevcut ağırlığını 4000 kg olarak değiştirip diğer parametrelerde değişiklik yapmayarak VECTO programının veri tabanına girildikten sonra ortalama sonuç değerleri elde edilmiştir.

Tablo 4: 4000 kg ağırlığa sahip aracın ortalama sonuç değerleri

Parametre	Değer	Birim
Ortalama Taşıma Yükü	0,615	ton
Enerji Tüketimi (kWh/km)	0,6753	kWh/km
Enerji Tüketimi (kWh/t-km)	1,097	kWh/t-km
Enerji Tüketimi (kWh/m³-km)	0,04143	kWh/m³-km
Enerji Tüketimi (MJ/km)	2,431	MJ/km
Enerji Tüketimi (MJ/t-km)	3,950	MJ/t-km
Enerji Tüketimi (MJ/m³-km)	0,1491	MJ/m³-km
Gerçek Şarj Boşalma Menzili	37,4	km
Eşdeğer Tam Elektrikli Menzil	37,4	km
Sıfır CO_2 Emisyon Menzili	37,4	km

N2 kategori elektrikli kargo van aracımızın 4000 kg ağırlığa sahip olması durumunda, Tablo 4'de gösterildiği gibi enerji tüketimi 0.6753 kWh/km, Sıfır CO_2 emisyonu ile kat edilebilen menzil ise 37.4 km dir.
Son olarak araç kargo yüksekliği arttırılarak 1 m³'lük hacim artışının parametreleri VECTO programının veri tabanına girildikten sonra ortalama sonuç değerleri elde edilmiştir.

Tablo 5: 17.3 m³ kargo hacmine sahip aracın ortalama sonuç değerleri

Parametre	Değer	Birim
Ortalama Taşıma Yükü	0,615	ton
Enerji Tüketimi (kWh/km)	0,6724	kWh/km
Enerji Tüketimi (kWh/t-km)	1,093	kWh/t-km
Enerji Tüketimi (kWh/m³-km)	0,03887	kWh/m³-km
Enerji Tüketimi (MJ/km)	2,421	MJ/km
Enerji Tüketimi (MJ/t-km)	3,934	MJ/t-km
Enerji Tüketimi (MJ/m³-km)	0,1399	MJ/m³-km
Gerçek Şarj Boşalma Menzili	37,5	km
Eşdeğer Tam Elektrikli Menzil	37,5	km
Sıfır CO_2 Emisyon Menzili	37,5	km

N2 kategori elektrikli kargo van aracımızın 17.3 m³ kargo hacmine sahip olması durumunda, Tablo 5'de gösterildiği gibi enerji tüketimi 0.6724 kWh/km, Sıfır CO_2 emisyonu ile kat edilebilen menzil ise 37.5 km dir.

3.2 TARTIŞMA

Azami Yüklü Kütle Artışının Etkisi: Standart araca kıyasla azami yüklü kütlenin 6500 kg'dan 7000 kg'a çıkarılmasının etkisi incelendiğinde (Tablo 2 ve Tablo 3 karşılaştırması), en dikkat çekici sonuç birim taşıma verimliliğinde gözlemlenmiştir. Km başına mutlak enerji tüketimi (0,6724 kWh/km'den 0,6742 kWh/km'ye) çok az artarken, ton-km başına enerji tüketimi 1,093 kWh/t-km'den 0,9969 kWh/t-km'ye belirgin bir şekilde düşmüştür. Bu beklenen bir durum olup, aracın taşıma kapasitesindeki artışın, mutlak tüketimdeki marjinal artıştan daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer bir deyişle, araç birim enerji başına daha fazla yük ton-kilometresi taşıyabilir hale gelmiştir. Bu durum, filo operatörleri açısından, araç kapasitesinin artırılmasının operasyonel verimliliği iyileştirebileceğini göstermektedir. Menzildeki düşüş (37,5 km'den 37,4 km'ye) ise ihmal edilebilecek düzeydedir.

Araç Ağırlık Artışının Etkisi: Aracın kendi ağırlığının 3900 kg'dan 4000 kg'a çıkarılması ise daha farklı bir tablo ortaya koymuştur (Tablo 2 ve Tablo 4 karşılaştırması). Bu senaryoda, ortalama taşıma yükü sabit kaldığı için, ton-km başına enerji tüketimi 1,093 kWh/t-km'den 1,097 kWh/t-km'ye hafif bir artış göstermiştir. Bu artış, aracın kütlesindeki artışa bağlı olarak ivmelenme ve yokuş tırmanma için harcanan enerjinin artmasıyla açıklanabilir. Km başına mutlak enerji tüketimindeki artış (0,6724 kWh/km'den 0,6753 kWh/km'ye) da bu durumu desteklemektedir. Sonuç olarak, aracın kendi ağırlığının artmasının, yük taşıma verimliliği üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu söylenebilir. Menzil, bir önceki senaryoda olduğu gibi 37,4 km'ye düşmüştür.

Kargo Hacmi Artışının Etkisi: Kargo hacminin 1 m³ artırılması (Tablo 5), enerji tüketimi ve menzil açısından standart araçla (Tablo 2) neredeyse aynı sonuçları vermiştir. Km başına enerji tüketimi ve menzil değerleri değişmemiş, ancak m³-km başına enerji tüketiminde (0,04125 kWh/m³-km'den 0,03887 kWh/m³-km'ye) kayda değer bir iyileşme görülmüştür. Bu durum, aerodinamik sürüklemede önemli bir olumsuz etki oluşturmayan bir hacim artışının, aracın hacimsel taşıma verimliliğini artırdığını göstermektedir. Özellikle hacimsel olarak büyük ancak ağır olmayan yükler için bu konfigürasyonun oldukça verimli olacağı öngörülebilir.

4. SONUÇ

kWh/km ve menzil bazında yapılan bu net değerlendirme, üç senaryoyu karşılaştırmalı olarak özetlememizi sağlar:

Tablo 6: Verim değerlendirme

Parametre Değişikliği	Enerji Tüketimindeki Değişim (kWh/km)	Menzildeki Değişim	**Verimlilik Değerlendirmesi**
Azami Yüklü Kütle +500 kg	**+%0.27**	**-%0.27**	**YÜKSEK VERİMLİ:** Küçük bir enerji/menzil maliyeti karşılığında büyük taşıma kapasitesi kazanımı. En etkili iyileştirme.
Araç Ağırlığı +100 kg	**+%0.43**	**-%0.27**	**DÜŞÜK VERİMLİ:** Fayda sağlamadan enerji tüketimini en çok artıran parametre. Kaçınılması gereken durum.
Parametre Değişikliği	Enerji Tüketimindeki Değişim (kWh/m3-km)	Menzildeki Değişim	**Verimlilik Değerlendirmesi**
Kargo Hacmi +1 m³	**%0.05**	**%0**	**EN VERİMLİ:** Maliyetsiz kazanç. Hacimsel verimliliği artırmak için açık bir fırsat.

Aracın kendi ağırlığı mutlaka minimize edilmelidir. Bu, enerji verimliliği ve menzil üzerinde en olumsuz etkiye sahip parametredir.

Kargo hacmi, aerodinamik yapı korunarak artırılmalıdır. Bu değişiklik, "bedelsiz" bir operasyonel kazanç sağlamaktadır.

Azami yüklü kütle, menzilde yaratacağı çok küçük kayıp (%0.27) göze alınarak artırılmalıdır. Bu değişiklik, taşıma başına düşen enerji maliyetini düşürerek operasyonel verimliliği en üst düzeye çıkarır.

Çalışmamız, bu stratejinin, menzilden çok küçük ödünlerle (veya hiç ödün vermeden) operasyonel verimliliği, kapasiteyi ve ekonomiyi en üst düzeye çıkarmak için en etkili yol olduğunu göstermiştir. Gelecekteki çalışmalarda, bu parametrelerin birleşik etkilerinin ve farklı sürüş çevrimleri altındaki davranışlarının incelenmesi önerilebilir.

KAYNAKÇA

- *(AB 2017/2400). 18 Aralık 2017 tarihli, ağır hizmet araçlarının CO_2 emisyonlarının ve yakıt tüketiminin belirlenmesine ilişkin (AB) 2017/2400 sayılı Yönetmelik.*
- *(AB 2018/858). 30 Mayıs 2018 tarihli, motorlu araçların onayı ve piyasa gözetimine ilişkin (AB) 2018/858 sayılı Yönetmelik.*
- (*VECTO,2018) – Araç Enerji Tüketimi Hesaplama Aracı. Erişim adresi:* https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-decarbonisation/road-transport/vehicle-energy-consumption-calculation-tool-vecto_en

POLİTİK EKONOMİ KAPSAMINDA TÜRKİYE VE KAZAKİSTAN İLİŞKİLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN TARTIŞILMASI

DISCUSSING THE SUSTAINABILITY OF TURKEY-KAZAKHSTAN RELATIONS IN THE CONTEXT OF POLITICAL ECONOMY

Ahmet Yavuz ÇAMLI
Doç. Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi Kula Meslek Yüksekokulu İşletme Yönetimi Bölümü
Aziz Can ŞENSAZLI
Öğr. Gör. Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi Salihli Meslek Yüksekokulu Dış Ticaret Bölümü

ÖZET

Kazakistan, Sovyetler Birliği'nden bağımsızlığını kazandıktan sonra çok yönlü bir dış politika benimsemiş ve Türkiye ile kültürel ve ekonomik bağlarını güçlendirme yoluna gitmiştir. Ancak, Sovyet döneminden miras kalan Rus kültürel hegemonyası, Kazakistan'ın ekonomik, politik ve kültürel yapılarında etkisini sürdürmektedir. Bu durum, Türkiye'nin Kazakistan ile ilişkilerinde hem fırsatlar hem de zorluklar yaratmaktadır. Bu bağlamda çalışmada Rus kültürü etkisi altında, Türkiye ve Kazakistan ilişkilerinin sürdürülebilirliğini politik ekonomi kapsamında değerlendirmek amaçlanmaktadır. Çalışma, Türkiye'nin Kazakistan ile ilişkilerinde, Rus etkisini bir meydan okuma yerine bir fırsat olarak değerlendirmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, kültürel diplomasi araçlarının güçlendirilmesi, enerji dışı sektörlerde ekonomik çeşitliliğin artırılması ve Türk Devletleri Teşkilatı gibi bölgesel platformların etkin kullanımı gibi stratejik öneriler sunulmaktadır. Literatür taraması ve betimsel analiz yönteminin kullanıldığı çalışmada Sonuç olarak, Türkiye-Kazakistan ilişkilerinin, yalnızca ekonomik bağlarla değil, aynı zamanda kültürel ve politik iş birlikleriyle derinleştirilmesinin, her iki ülke için de sürdürülebilir kalkınma ve bölgesel istikrar sağlama açısından anahtar öneme sahip olduğu ortaya konulmaktadır. Bu kapsamda, Türkiye'nin proaktif ve yenilikçi bir yaklaşım benimseyerek ilişkileri stratejik bir düzeye taşıması gerektiği savunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Politik Ekonomi, Türkiye-Kazakistan İlişkileri, Kültürel Diplomasi, Sürdürülebilir Kalkınma

ABSTRACT

The relations between Turkey and Kazakhstan are founded on historical ties, strategic partnership, and cultural affinity, yet shaped by regional and international dynamics. Following its independence from the Soviet Union, Kazakhstan adopted a multi-dimensional foreign policy and sought to enhance its economic and cultural relations with Turkey. However, the Russian cultural legacy inherited from the Soviet era continues to influence Kazakhstan's political, economic, and cultural structures, creating both opportunities and challenges for bilateral relations.

This study evaluates the sustainability of Turkey–Kazakhstan relations within the framework of political economy, focusing on the role of Russian influence. Russia's dominance in energy infrastructure and trade networks limits Turkey's economic cooperation with Kazakhstan, while Kazakhstan's balancing policy toward Russia constrains deeper political partnership. In the sphere of cultural diplomacy, the prevalence of the Russian language and media restricts Turkey's cultural influence.

The study suggests that Turkey should view Russian influence not as a challenge but as an opportunity. Strengthening cultural diplomacy tools, diversifying the economy beyond energy, and utilizing regional organizations such as the Organization of Turkic States are key strategic steps. Using literature review and descriptive analysis methods, the study concludes that expanding economic, cultural, and political cooperation is essential for sustainable development and regional stability. The findings offer insights for both academia and policymakers, supporting innovative strategies for Turkey's foreign policy toward Kazakhstan.
Keywords: Political Economy, Turkey–Kazakhstan Relations, Cultural Diplomacy, Sustainable Development

GİRİŞ

Türkiye ve Kazakistan arasındaki ilişkiler, tarihsel bağlar, stratejik ortaklıklar ve kültürel yakınlık temelinde gelişen, ancak bölgesel ve uluslararası dinamikler tarafından şekillendirilen bir yapıya sahiptir. Kazakistan'ın bağımsızlığını kazandığı 1991 yılından itibaren, iki ülke arasındaki bağlar hızla güçlenmiş; ticaret, enerji, kültür ve politik iş birlikleri gibi pek çok alanda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Ancak bu ilişkiler, Kazakistan'ın Sovyet geçmişinden miras kalan Rus kültürel etkisi ve bölgesel dengelerden kaynaklanan sınırlamalar nedeniyle karmaşık bir yapıya sahiptir.

Kazakistan, bağımsızlık sonrası dönemde çok yönlü bir dış politika benimseyerek hem Rusya ile tarihi bağlarını korumuş hem de Türkiye gibi kültürel ve ekonomik ortaklarla ilişkilerini derinleştirme çabasında olmuştur. Bu süreçte Türkiye, Kazakistan'ın Avrasya'daki bağımsız politikalarının desteklenmesi ve ekonomik çeşitliliğin artırılması konularında önemli bir rol üstlenmiştir. Özellikle Türk Devletleri Teşkilatı (TDT) gibi platformlar, iki ülke arasındaki bağların kurumsallaşması ve ortak projelerin geliştirilmesi için stratejik bir zemin sunmaktadır.

Bu makale, Türkiye-Kazakistan ilişkilerini politik ekonomi çerçevesinde değerlendirerek, Rus kültürel etkisinin bu ilişkiler üzerindeki rolünü ve etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, iki ülke arasındaki bağların derinleştirilmesi için kültürel diplomasi, enerji dışı sektörlere odaklanma ve dijital ekonomi gibi yeni iş birliği alanlarına yönelmenin önemini vurgulamaktadır. Aynı zamanda, Türkiye'nin Kazakistan ile ilişkilerinde Rus etkisini bir meydan okuma yerine bir fırsat olarak değerlendirmesi gerektiği savunulmaktadır. Bu bağlamda, iki ülke arasındaki iş birliğinin sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda nasıl güçlendirilebileceği tartışılmaktadır.

Bu çalışma, yalnızca akademik dünyada değil, aynı zamanda politika yapıcılar ve stratejik karar vericiler için de önemli çıkarımlar sunmaktadır. Çalışmanın bulguları, Türk dış politikası açısından Kazakistan ile ilişkilerde kullanılabilecek yenilikçi stratejiler geliştirilmesine katkı sunabilir.

TÜRKİYE VE KAZAKİSTAN ARASINDAKİ EKONOMİK İŞ BİRLİĞİ

TÜRKİYE VE KAZAKİSTAN ARASINDAKİ TİCARET HACMİ VE YATIRIMLAR

Türkiye ve Kazakistan arasındaki ticaret hacmi, iki ülkenin coğrafi ve kültürel yakınlığının yanı sıra stratejik ekonomik iş birlikleriyle de güçlenmiştir. Kazakistan'ın bağımsızlığını kazanmasının ardından hızla gelişen ticari ilişkiler, özellikle 2000'li yıllarda enerji, inşaat, tarım ve lojistik gibi alanlarda yoğunlaşmıştır.

Türkiye, Kazakistan'ın önemli ticaret ortaklarından biridir. 2020 yılının ocak-ağustos döneminde iki ülke arasındaki ticaret hacmi, bir önceki yılın aynı dönemine göre %1,3 artarak 2 milyar 56 milyon dolara ulaşmıştır. 2022 yılının ilk yarısında ise Türkiye'nin Kazakistan'a ihracatı %69,5 oranında artarak 1 milyar 44 milyon dolara yükselmiştir. **2022** itibarıyla iki ülke arasındaki toplam ticaret hacmi **5,3 milyar dolar** olarak kaydedilmiştir. Bu rakam,

Kazakistan'ın toplam dış ticaretinde önemli bir yer tutarken, Rusya ile olan **26 milyar dolarlık** ticaret hacmiyle karşılaştırıldığında daha düşük kalmaktadır (Sezer, 2025; Kızıler, 2025).
Türkiye'nin Kazakistan'a yaptığı ihracat, inşaat malzemeleri, tekstil ürünleri, elektronik cihazlar ve gıda maddeleri gibi çeşitli ürün gruplarını kapsamaktadır. 2022 yılında Türkiye'nin Kazakistan'a ihracatı 1,7 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. İthalat ise büyük ölçüde petrol, doğalgaz, maden cevheri ve metaller gibi enerji ve doğal kaynaklara dayalı olup, toplam 3,6 milyar dolara ulaşmıştır. Bu ticaret modeli, Türkiye'nin Kazakistan'dan enerji ithalatına olan bağımlılığını ve Kazakistan'ın Türkiye pazarındaki önemini yansıtmaktadır. Ticaret hacmini etkileyen en önemli faktörlerden biri, Kazakistan'ın enerji sektörü ve doğal kaynaklara dayalı ekonomik yapısıdır. Türkiye, Kazakistan'ın petrol ve doğalgazını Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) boru hattı üzerinden Avrupa'ya taşıyarak hem transit ülke rolünü hem de enerji güvenliğini güçlendirmektedir. Ancak Kazakistan'ın enerji ihracatının %76'sının Rusya'nın enerji altyapısına bağımlı olması, Türkiye-Kazakistan ticari ilişkilerinde dolaylı bir sınırlama yaratmaktadır. Ayrıca Kazakistan'ın lojistik altyapısında Rusya'nın ağırlığı, Türkiye'nin bu ülke ile ticaretini çeşitlendirmesini zorlaştırmaktadır (Bostancı & Lüleci, 2024).
Son yıllarda Türkiye ve Kazakistan, ticaret hacmini artırmak ve ekonomik ilişkileri çeşitlendirmek için çeşitli anlaşmalar imzalamıştır. 2022 yılında iki ülke, ticaret hacmini 10 milyar dolara çıkarma hedefi doğrultusunda bir dizi ekonomik iş birliği protokolü kabul etmiştir. Bu protokoller, enerji dışı sektörlere, özellikle tarım, teknoloji ve yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımları teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, Kazakistan'da faaliyet gösteren Türk müteahhitlik firmaları, ülkenin altyapı projelerine önemli katkılarda bulunmakta, bu da Türkiye'nin ticari etkisini artırmaktadır (Kuryshzhan, & 2022).
Genel olarak, Türkiye ve Kazakistan arasındaki ticaret hacmi, enerji ve inşaat sektörlerindeki iş birlikleriyle büyümeye devam ederken, Rusya'nın bölgedeki ekonomik hegemonyası ve lojistik bağımlılıkları nedeniyle bazı sınırlandırmalarla karşılaşmaktadır. Türkiye'nin ticaret hacmini artırmak için enerji dışı sektörlerde iş birliğini genişletmesi ve Kazakistan'ın lojistik bağımlılığını dengelemek için alternatif ticaret koridorları oluşturması kritik önemdedir. Bu stratejik adımlar, iki ülke arasındaki ticari ilişkilerin sürdürülebilir bir şekilde büyümesine katkı sağlayacaktır (Eleuken, 2020).
Bununla birlikte Türkiye ve Kazakistan arasındaki karşılıklı yatırımlar, iki ülkenin ekonomik ilişkilerinde belirleyici bir role sahiptir. Türkiye, Kazakistan'da en büyük yabancı yatırımcı ülkelerden biri olarak öne çıkarken, Kazakistan'ın Türkiye'deki yatırımları henüz sınırlı bir düzeydedir. Yatırımlar, enerji, inşaat, lojistik, tarım ve yenilenebilir enerji gibi stratejik sektörlerde yoğunlaşmaktadır (Zhaxyglova & Myrzabekova, 2016).
2022 itibarıyla Türkiye'nin Kazakistan'a toplam doğrudan yabancı yatırımı yaklaşık 4 milyar dolar seviyesindedir. Türkiye, özellikle, Kazakistan'ın zengin petrol ve doğal gaz kaynaklarından faydalanmak için enerji sektörüne yatırım yapmıştır. Türk enerji şirketleri, petrol ve doğal gaz sahalarında iş birliği projeleri yürütmektedir. Yenilenebilir enerji alanında da Türkiye, Kazakistan'da aktif bir rol oynamaktadır. 2022 yılında iki ülke arasında imzalanan iş birliği protokolü kapsamında, Kazakistan'daki rüzgar ve güneş enerjisi santralleri için Türk şirketlerinin yatırım yapması planlanmıştır.
Türk müteahhitlik firmaları, Kazakistan'ın başta başkent Astana (Nur-Sultan) ve Almatı olmak üzere büyük şehirlerinde önemli altyapı projelerine imza atmıştır. Türk firmalarının Kazakistan'da üstlendiği projelerin toplam değeri 30 milyar doları aşmıştır. Bu projeler arasında Astana Expo 2017 için yapılan altyapı ve modern konut projeleri öne çıkmaktadır. Ayrıca, Kazakistan'ın kırsal bölgelerinde inşa edilen lojistik altyapı projeleri, iki ülke arasındaki ekonomik bağları güçlendirmiştir (Uslu vd., 2025).
Kazakistan'ın Türkiye'deki doğrudan yatırımları, Türkiye'nin Kazakistan'daki yatırımlarıyla karşılaştırıldığında daha sınırlıdır. 2021 yılı itibarıyla Kazakistan'ın Türkiye'deki toplam doğrudan yatırımları yaklaşık 50 milyon dolar seviyesindedir. Kazakistan'ın Türkiye'deki

yatırımları ağırlıklı olarak enerji ve bankacılık sektörlerinde yoğunlaşmaktadır. Kazakistan merkezli enerji şirketleri, Türkiye'de çeşitli ortaklık projelerinde yer almaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji ve enerji lojistiği alanlarında iş birliği fırsatları değerlendirilmektedir. Bunun yanında Kazakistan, Türkiye'de finans sektöründe küçük çaplı yatırımlara sahiptir (Aydın, 2024).

Türkiye ve Kazakistan, karşılıklı yatırımları artırmak için çeşitli protokoller ve anlaşmalar imzalamıştır. 2022 yılında imzalanan "Ekonomik İş Birliği Protokolü" kapsamında, ticaret ve yatırımların daha da artırılması hedeflenmiştir.

ENERJİ İŞ BİRLİĞİ VE BORU HATLARI

Enerji, Türkiye ve Kazakistan arasındaki ekonomik ilişkilerin en kritik unsurlarından biridir. Kazakistan, dünyanın en zengin enerji rezervlerine sahip ülkelerinden biri olarak, Türkiye için stratejik bir enerji kaynağı ve transit ülkedir. Türkiye ise, Kazakistan'ın enerji kaynaklarını Avrupa pazarlarına ulaştıran önemli bir transit hattı ve enerji partneri konumundadır. Bu bağlamda, iki ülke arasındaki enerji iş birliği, petrol, doğal gaz ve yenilenebilir enerji alanlarında derinleşmektedir (Aydın, 2018).

Kazakistan, dünya enerji piyasasında önemli bir oyuncu konumundadır. Yaklaşık 30 milyar varil kanıtlanmış petrol rezervi ile dünya sıralamasında 12. sıradadır. Ülke, günlük yaklaşık 1,8 milyon varil petrol üretmektedir. Bunun yanında yaklaşık 3 trilyon metreküp doğal gaz rezervine sahiptir ve bu da bölgedeki enerji iş birliği için büyük bir fırsat yaratmaktadır. Ayrıca, dünyanın en büyük uranyum üreticisi olup, 2021 itibarıyla küresel uranyum üretiminin %40'ını gerçekleştirmiştir (Oran, 2025).

Türkiye, Kazakistan'ın enerji kaynaklarının dünya pazarlarına ulaşmasında kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) boru hattı, Kazak petrolünün taşınmasında önemli bir güzergâhtır. BTC boru hattı, Kazakistan'ın petrolünü Hazar Denizi'nden Azerbaycan'a ve ardından Türkiye üzerinden Akdeniz'e taşımaktadır. Bu hat, Kazakistan'ın petrol ihracatı için alternatif bir güzergâh sunarken, Türkiye'nin enerji transit merkezi olma stratejisini desteklemektedir. Hazar Denizi üzerinden planlanan doğal gaz hatları, Türkiye ve Kazakistan arasında daha fazla iş birliği fırsatı yaratabilir. Ancak bu projeler, Rusya ve İran gibi bölgesel güçlerin jeopolitik etkisi nedeniyle yavaş ilerlemektedir (Yamaç, 2022).

Enerji iş birliği yalnızca fosil yakıtlarla sınırlı değildir; Türkiye ve Kazakistan, yenilenebilir enerji projelerinde de ortaklıklar geliştirmektedir. 2022 yılında Türkiye ve Kazakistan arasında yenilenebilir enerji alanında iş birliği protokolü imzalanmıştır. Bu kapsamda, Kazakistan'ın rüzgar enerjisi potansiyelini değerlendirmek için Türk şirketleri yatırımlarını artırmaktadır. Ayrıca Türkiye, Kazakistan ile enerji verimliliği ve temiz enerji teknolojileri alanında bilgi paylaşımını teşvik etmektedir. Bu iş birlikleri, Kazakistan'ın sürdürülebilir enerji hedeflerine ulaşmasına katkı sağlamaktadır (Toprak, 2017).

Hedeflenen iş birliklerini engelleyen bir takım faktörler bulunmaktadır. Kazakistan'ın enerji ihracatının %76'sı, Rusya üzerinden gerçekleşmektedir. Bu durum, Türkiye'nin Kazakistan ile enerji iş birliğini sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Örneğin, Hazar Boru Hattı Konsorsiyumu (CPC) aracılığıyla Kazak petrolünün %79'u Rusya'nın Novorossiysk Limanı'na taşınmaktadır. Bu durum, Kazakistan'ın enerji ihracatında Rusya'ya bağımlılığını artırmaktadır. Rusya'nın boru hatlarındaki hâkimiyeti, alternatif enerji güzergâhlarının geliştirilmesini zorlaştırmaktadır. Bunula birlikte Çin, Kazakistan'ın en büyük enerji yatırımcılarından biridir ve ülkenin enerji kaynaklarının büyük bir kısmını ithal etmektedir. Bu durum, Türkiye'nin Kazakistan'daki enerji iş birliği alanında Çin ile dolaylı bir rekabet yaşamasına neden olmaktadır (Uslu vd., 2025).

Araştırmalara göre, Türkiye ve Kazakistan arasındaki enerji iş birliğinin güçlendirilmesi için birkaç stratejik fırsat bulunmaktadır. Türkiye, Kazakistan'ın enerji ihracatında Rusya'ya olan bağımlılığını azaltmak için yeni boru hattı projelerine öncülük edebilir. Özellikle Hazar Geçişi'ne yönelik projeler, Türkiye'nin bu alandaki stratejik önemini artırabilir. Kazakistan'ın

rüzgar ve güneş enerjisi potansiyeli, Türk şirketleri için büyük bir yatırım alanı sunmaktadır. Türkiye, bu alandaki bilgi birikimini Kazakistan'a aktararak iş birliğini derinleştirebilir. Türk Devletleri Teşkilatı (TDT) gibi bölgesel platformlar, enerji iş birliğini kurumsallaştırarak uzun vadeli projelerin gerçekleştirilmesine olanak sağlayabilir (Yılmaz, 2021).

POLİTİK İŞ BİRLİĞİ

Türkiye ve Kazakistan arasındaki politik iş birliği, iki ülkenin bölgesel ve küresel dengeleri etkileyen ortak bir vizyon geliştirmesine olanak tanımaktadır. Bu ilişki, ortak tarihsel, kültürel bağlara ve jeopolitik fırsatlara dayanmaktadır. Politik iş birliği, yıllar içinde imzalanan çeşitli ikili anlaşmalar ve protokollerle güçlendirilmiştir. Bu anlaşmalar, ekonomik, kültürel ve diplomatik ilişkileri kapsamakta ve tarafların ortak hedeflerini desteklemektedir.

Türkiye'nin Kazakistan ile ilişkilerindeki en önemli kurumsal yapı Türk Devletleri Teşkilatı'dır (TDT). 2009 yılında Nahçıvan Anlaşması ile temelleri atılan TDT, 2021 yılında Türk Devletleri Teşkilatı adını alarak daha kapsamlı bir yapıya dönüşmüştür. Kazakistan, TDT'nin kurucu üyelerinden biri olarak bölgesel entegrasyon çabalarına aktif bir şekilde katkı sağlamaktadır. 2022 yılında düzenlenen TDT Zirvesi'nde, iki ülke ekonomik ve politik iş birliğini artırmak amacıyla çeşitli projeler üzerinde anlaşmıştır. Örneğin, "Türk Dünyası 2040 Vizyonu" kapsamında geliştirilmesi planlanan ticaret koridorları ve enerji projeleri, Türkiye ve Kazakistan'ı daha yakın ekonomik ve politik bir ortaklığa taşımaktadır. Kazakistan'ın Avrasya'nın merkezindeki stratejik konumu, TDT'nin ulaştırma koridorları ve enerji projeleri açısından kritik bir önem taşımaktadır. Bu çerçevede Kazakistan, Türkiye'nin desteklediği Orta Koridor (Trans-Hazar Ulaştırma Koridoru) projesinde kilit bir rol oynamaktadır. Bu güzergâh, Çin ile Avrupa arasındaki ticaretin %10'unu yönlendirebilecek kapasitededir ve 2023 itibarıyla yıllık taşınan yük miktarı 3,2 milyon ton olarak kaydedilmiştir. Türkiye, bu koridorun etkinliğini artırarak Kazakistan'ın lojistik altyapısını geliştirmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca TDT bünyesinde kurulan Türk Yatırım Fonu'na Kazakistan'ın katkısı, fonun toplam sermayesinin %30'unu oluşturmaktadır. Fon, Türk dünyası ülkelerindeki kalkınma projelerini finanse etmeyi hedeflemektedir. Bunun yanında TDT, Türkiye ve Kazakistan'ın dış politika koordinasyonunu güçlendirmektedir. Örneğin, Kazakistan'ın Türkmenistan ve Özbekistan ile ilişkilerinde TDT çatısı altında ortak projeler geliştirilmiştir (Özsoy, 2023).

Türkiye ve Kazakistan arasındaki politik iş birliği, bölgesel güvenlik bağlamında da dikkat çekicidir. 2017 yılında başlatılan Astana Süreci, Suriye krizine çözüm bulmayı amaçlayan önemli bir diplomatik girişimdir. Kazakistan, bu süreçte tarafsız bir arabulucu olarak öne çıkmış ve Türkiye ile Rusya arasında denge sağlayan bir rol üstlenmiştir. Bu çerçevede, Astana'da düzenlenen 19 toplantı sonucunda Suriye'de çatışmasızlık bölgelerinin oluşturulması ve insani yardım çalışmalarının koordinasyonu gibi önemli adımlar atılmıştır. Türkiye, bu süreçte Kazakistan ile yakın bir iş birliği içerisinde hareket etmiş ve bölgesel güvenlik politikalarının geliştirilmesinde ortak bir yaklaşım benimsemiştir (Çapa, 2019).

Güvenlik iş birliğini güçlendirmek amacıyla Türkiye ve Kazakistan arasında 2022 yılında imzalanan Güvenlik İş Birliği Anlaşması, iki ülke arasındaki istihbarat paylaşımını ve sınır güvenliği projelerini kapsamaktadır. Özellikle terörizmle mücadele ve insan kaçakçılığı gibi konularda yürütülen ortak operasyonlar, bölgedeki istikrarı artırmaya yönelik somut adımlar arasında yer almaktadır. Ayrıca, Türk savunma sanayi ürünlerinin Kazakistan'a ihracı, iki ülkenin güvenlik kapasitelerini artırmayı amaçlayan stratejik bir hamledir. Bayraktar TB2 insansız hava araçları gibi Türk savunma teknolojilerinin Kazakistan tarafından kullanılması, bölgedeki güvenlik iş birliğini daha etkin bir düzeye taşımıştır (Çetin & Yurdugüzel, 2025).

Kazakistan'ın uluslararası platformlardaki rolü de Türkiye ile olan politik iş birliğini desteklemektedir. Örneğin, Kazakistan'ın BM Güvenlik Konseyi geçici üyeliği (2017-2018) döneminde, Türkiye ile yürütülen koordinasyon, iki ülkenin bölgesel ve küresel barış girişimlerinde uyumlu bir şekilde hareket etmesine olanak tanımıştır. Ayrıca, İslam İşbirliği Teşkilatı (İİT) bünyesinde yürütülen ortak projeler, eğitimden bilimsel iş birliklerine kadar

geniş bir yelpazede iki ülkenin çıkarlarını birleştirmektedir. 2022 yılında İİT Zirvesi'nde duyurulan dijitalleşme ve tarım teknolojileri projeleri, bu kapsamda öne çıkan somut örneklerdir.

Politik iş birliği, enerji ve ulaştırma projeleri üzerinden de derinleşmektedir. 2009 yılında imzalanan Stratejik Ortaklık Anlaşması iki ülke arasındaki ilişkileri stratejik ortaklık düzeyine taşımış ve özellikle enerji, ticaret ve altyapı projelerinde iş birliğini artırmayı hedeflemiştir. Özellikle **Bakü-Tiflis-Ceyhan (B**TC) boru hattı, Kazakistan'ın enerji kaynaklarını Türkiye üzerinden Avrupa pazarlarına ulaştırmasını sağlayan kritik bir projedir. Bu hat, sadece Kazakistan'ın ekonomik çeşitliliğini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda Türkiye'nin enerji transit merkezi olma stratejisini desteklemektedir (Askeroğlu,2025). Kazakistan'dan Hazar Denizi üzerinden taşınan petrol, BTC hattı ile dünya pazarlarına ulaşmaktadır. Ayrıca 2012 yılında kurulan **Yüksek Düzeyli Stratejik İşbirliği** Konseyi, iki ülke arasındaki ilişkilerin sürdürülebilirliğini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu konsey, her yıl düzenli toplantılar gerçekleştirerek iş birliği projelerini değerlendirmektedir. Son toplantıda, 2025 yılına kadar ticaret hacminin 10 milyar dolara çıkarılması hedefi konulmuştur.

Ancak, bu tür projelerin daha da genişletilmesi için lojistik ve diplomatik engellerin aşılması gerekmektedir. Türkiye, Kazakistan ile alternatif enerji güzergâhları geliştirmek üzere yeni boru hattı projeleri önererek iş birliğini daha ileri taşımayı hedeflemektedir.

Kazakistan'ın Türk Devletleri Teşkilatı kapsamındaki öncü rolü, Türkiye ile politik ilişkilerin sürdürülebilirliğini artırmaktadır. TDT çatısı altında kurulan Türk Yatırım Fonu'na Kazakistan'ın yaptığı %30'luk katkı, iki ülkenin ekonomik ve politik bağlarını güçlendiren somut bir örnektir. Bu fon, Türk dünyası ülkelerindeki kalkınma projelerini finanse etmeyi hedeflemektedir ve Kazakistan'ın stratejik yatırımları bu bağlamda öncelik taşımaktadır.

Kısaca Türkiye ve Kazakistan arasındaki politik iş birliği, sadece iki ülke için değil, aynı zamanda Avrasya bölgesinin istikrarı ve kalkınması için stratejik bir model sunmaktadır. Somut projeler ve karşılıklı girişimlerle desteklenen bu iş birliği, iki ülkenin küresel ve bölgesel politikalarını uyumlu hale getirmekte ve ortak çıkarlarını güçlendirmektedir. Özellikle Türk Devletleri Teşkilatı gibi platformların etkin kullanımı, güvenlik iş birliği ve enerji projelerinin derinleştirilmesi, Türkiye ve Kazakistan'ın politik ilişkilerini daha sürdürülebilir bir düzeye taşıyacaktır (Düğen, 2022).

RUS KÜLTÜRÜNÜN KAZAKİSTAN'DAKİ ETKİSİ

Kazakistan, Sovyetler Birliği'nin 70 yıllık parçası olarak, Rus kültürünün sistematik bir şekilde toplumsal yapıya entegre edildiği bir dönemi yaşamıştır. Rus kültürü, Kazakistan'da tarihsel mirastan doğan güçlü bir etki alanına sahiptir ve bu etki günümüzde dil, eğitim, medya, politika ve toplumsal algılar gibi birçok alanda kendini göstermektedir. Bu tarihsel bağlam, Kazakistan'ın bağımsızlık sonrası dönemde dahi Rus kültürel etkisinin devam etmesine neden olmuş ve bu durum, ülkenin dış ilişkilerinde, özellikle Türkiye ile ilişkilerinde doğrudan veya dolaylı etkiler yaratmıştır.

Rusça, Kazakistan'da hem resmi dil hem de kültürel iletişim aracı olarak hâkimiyetini sürdürmektedir. Sovyetler Birliği döneminde Rusça'nın eğitim, yönetim ve ticaret dili olarak benimsenmesi, Kazakistan'da yerel dillerin ikinci plana atılmasına neden olmuştur. Bağımsızlık sonrasında Kazakça'nın yaygınlaştırılmasına yönelik çeşitli girişimler olmasına rağmen, Rusça halen günlük yaşamda ve resmi platformlarda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Kazakistan Anayasası'na göre, Kazakça devletin resmi dili olsa da, Rusça uluslararası iletişim dili olarak resmi statüsünü korumaktadır. 2021 verilerine göre, Kazakistan nüfusunun %82'si Rusça'yı akıcı bir şekilde konuşmaktadır, bu da Rusça'nın iş dünyası ve kamu yönetiminde baskın bir dil olmaya devam ettiğini göstermektedir. Kazakistan'daki okulların %60'ından fazlasında eğitim dili Rusça'dır. Ayrıca, yükseköğretimde birçok program yalnızca Rusça olarak sunulmaktadır. Bu durum, Kazakistan'daki Rusça bilen nüfusun oranını

artırırken, Türkiye gibi ülkelerin Kazakça veya Türkçe eğitim programlarını yaygınlaştırmasını zorlaştırmaktadır (Kılıç & Atmaca, 2025).

Sovyet eğitim sistemi, Rus kültürünün Kazakistan'daki etkisini kurumsallaştıran en önemli araçlardan biri olmuştur. Bağımsızlık sonrasında da Rus eğitim sistemi ve standartları büyük ölçüde korunmuş ve bu durum Kazakistan'daki akademik yapıyı şekillendirmiştir. Kazakistan'da, Rusya merkezli eğitim programları ve müfredatlar halen yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, Rusya'nın önde gelen üniversitelerinin Kazakistan'da iş birliği programları bulunmaktadır. 2022 itibarıyla yaklaşık 50.000 Kazak öğrenci, eğitim için Rusya'da öğrenim görmüştür ve bu sayı tüm yabancı öğrenci nüfusunun %40'ını oluşturmaktadır. Lomonosov Moskova Devlet Üniversitesi gibi Rusya'nın önde gelen üniversiteleri, Kazakistan'da şubeler açmıştır. Bu tür akademik iş birlikleri, Rusya'nın Kazakistan üzerindeki kültürel etkisini derinleştirmektedir (Aydoğan & Korkmaz, 2025).

Rusya'nın medya sektöründeki baskınlığı, Kazakistan'daki toplumsal algıların şekillenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Sovyet döneminden miras kalan bu hegemonya, bağımsızlık sonrası dönemde de Rusya merkezli medya organlarının Kazakistan'da geniş bir erişime sahip olmasıyla devam etmektedir. 2021 verilerine göre, Kazakistan'da en çok izlenen televizyon kanallarının %65'i Rusya merkezlidir. Russia Today (RT), Perviy Kanal ve NTV gibi Rusya merkezli kanallar, Kazakistan'da geniş bir izleyici kitlesine sahiptir. Bu kanallar, Rusya'nın dış politikalarını destekleyen bir içerik sunmakta ve Rus kültürel değerlerini Kazak toplumuna aktarmaktadır.

Geleneksel medyanın yanında, sosyal medya ve dijital platformlar aracılığıyla da Rusya kültürel etkisini sürdürmektedir. Örneğin, VKontakte (VK) ve Odnoklassniki gibi Rus sosyal medya platformları, Kazakistan'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Rusya merkezli yayınevleri, Kazakistan'da basılı materyallerin önemli bir kısmını sağlamaktadır. Ayrıca, Rusça yazılmış edebi eserler, Kazakistan'da geniş bir okuyucu kitlesine hitap etmektedir.

Sovyetler Birliği döneminde gerçekleştirilen modernleşme projeleri, Rus kültürünü kalkınma ve ilerleme ile özdeşleştirmiştir. Bu algı, bağımsızlık sonrası dönemde de etkisini sürdürmüş ve Kazakistan'da modernleşme politikalarının Rusya merkezli bir perspektifle yürütülmesine yol açmıştır. Sovyet dönemi boyunca Kazakistan'da inşa edilen fabrikalar, altyapı projeleri ve enerji tesisleri, Rus mühendislik ve teknoloji standartlarına dayanmaktaydı. Bu miras, Kazakistan'daki endüstriyel modernleşme algısını Rus etkisiyle ilişkilendirmiştir. Bu durum, Türk kültürünün daha geleneksel bir çerçevede değerlendirilmesine ve Türkiye'nin yumuşak güç politikalarının Kazakistan'da sınırlı kalmasına neden olmaktadır.

Rus kültürünün Kazakistan üzerindeki etkisi yalnızca dil, eğitim, medya ve kalkınma projeleri ile sınırlı kalmamış, aynı zamanda ülkenin politik ve sosyal yapısını da etkilemiştir. Kazakistan, Avrasya Ekonomik Birliği (AEB) ve Kolektif Güvenlik Antlaşması Örgütü (KGAÖ) gibi Rusya merkezli platformların bir parçası olarak, Rusya'nın politik etkisi altında bulunmaktadır. Bu durum, Kazakistan'daki politik karar alma süreçlerinde Rusya'nın dolaylı etkisini artırmaktadır. Kazakistan nüfusunun %19'unu oluşturan Rus azınlık, ülkede Rus kültürünün korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Rus azınlığın varlığı, Rusya ile Kazakistan arasındaki kültürel bağların devamlılığını sağlamaktadır (Yılmaz, 2017).

Anlaşılacağı üzere Rus kültürel etkisi, Türkiye-Kazakistan ilişkilerinde dolaylı olarak bir denge unsuru yaratmaktadır. Rusya'nın Kazakistan üzerindeki kültürel ve politik etkisi, Türkiye'nin Kazakistan ile ilişkilerinde proaktif ve stratejik bir yaklaşım benimsemesini zorunlu kılmaktadır. Türkiye'nin Kazakistan'da yürüttüğü kültürel diplomasi faaliyetleri, Rus kültürel mirasının gölgesinde sınırlı bir etki yaratmaktadır. Özellikle Yunus Emre Enstitüsü gibi kurumların faaliyetleri, Rusça'nın ve Rusya merkezli medyanın baskınlığı nedeniyle daha fazla çaba gerektirmektedir.

RUS ETKİSİ KAPSAMINDA, KAZAKİSTAN'IN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMASINDA TÜRKİYE İLE İŞ BİRLİĞİ

Kazakistan, bağımsızlık sonrası dönemde ekonomik büyüme ve kalkınmada önemli bir yol kat etmiş olsa da, bu süreci sürdürülebilir bir zemine oturtabilmek için karşı karşıya olduğu en büyük zorluklardan biri, Rusya'nın kültürel, ekonomik ve politik etkisidir. Sovyetler Birliği döneminden miras kalan bu etkiler, Kazakistan'ın enerji altyapısından eğitim sistemine, medyasından politik ilişkilerine kadar geniş bir alanda varlığını sürdürmektedir.

Kazakistan'ın ekonomik yapısı büyük ölçüde enerji ihracatına dayalıdır ve bu sektörün altyapısı büyük oranda Rusya'nın kontrolündedir. Bu durum, Kazakistan'ı ekonomik bağımlılık riskine açık hale getirmektedir. Türkiye, Kazakistan'ın enerji dışı sektörlerde iş birliğini artırarak bu bağımlılığı dengeleyebilir. Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) boru hattı gibi projelerle Kazakistan'ın enerji ihracatında alternatif güzergâhlar geliştirilmesine yardımcı olabilir. Ayrıca, yenilenebilir enerji alanında Türkiye'nin bilgi birikimi, Kazakistan'ın enerji çeşitliliğini artırabilir. Türkiye, Kazakistan'da tarımsal üretimi modernize etmek ve sanayi altyapısını geliştirmek için teknoloji transferi ve yatırım fırsatları sunabilir. Bu adımlar, Kazakistan'ın ekonomik çeşitliliğini artırarak Rusya'ya olan ekonomik bağımlılığını azaltacaktır. Yani Türkiye, Kazakistan için hem bölgesel bir denge unsuru hem de kalkınma hedeflerini destekleyecek bir stratejik ortak olarak ön plana çıkmaktadır (Giritlioğlu, 2024).

Kazakistan'daki eğitim sisteminde Rusya'nın etkisi hâlâ güçlüdür. Kazak öğrencilerin önemli bir kısmı eğitim için Rusya'yı tercih ederken, Rusça eğitim sisteminde baskın bir dil olmaya devam etmektedir. Türkiye, eğitim iş birliği ve insan sermayesinin geliştirilmesi alanında önemli katkılar sağlayabilir. Türkçe eğitim programlarının yaygınlaşmasına destek olabilir ve Yunus Emre Enstitüsü gibi kurumların etkinliği artırılabilir. Ayrıca, Türk üniversiteleriyle ortak akademik programlar geliştirilerek Kazak öğrencilerin Türkiye'ye yönlendirilmesi teşvik edilebilir. Türkiye, Kazakistan'da tarım, sanayi ve teknoloji sektörlerine yönelik mesleki eğitim programları düzenleyerek Kazakistan'ın yetkin bir iş gücü yetiştirmesine katkıda bulunabilir.

Rusya, medya ve kültürel hegemonya araçlarıyla Kazakistan'daki toplumsal algıları şekillendirmekte ve bu etki, Kazakistan'ın Türkiye ile ilişkilerini dolaylı olarak sınırlandırmaktadır. Türkiye, kültürel diplomasi ve medya iş birliği araçlarını güçlendirerek Rusya'nın bu alandaki etkisini dengeleyebilir. Türkiye ve Kazakistan, ortak televizyon kanalları ve dijital platformlar oluşturabilir. Bu platformlar, iki ülke arasındaki kültürel bağları güçlendirebilir ve Rus medya etkisini sınırlayabilir. Türk dizi ve filmlerinin Kazakistan'da popüler hale getirilmesi, Türkiye'nin kültürel etkisini artırabilir ve Rus kültürel hegemonyasına karşı bir denge oluşturabilir. Türkiye ve Kazakistan, Türk dünyasının ortak tarihine vurgu yapan kültürel projeler geliştirerek Rus etkisini dengeleyebilir.

Rusya'nın bölgesel organizasyonlar üzerindeki hâkimiyeti, Kazakistan'ın dış politika kararlarını etkileyen bir unsurdur. Türkiye, Kazakistan ile bölgesel ve uluslararası platformlarda daha güçlü iş birliği yaparak bu etkiyi dengeleme konusunda önemli bir rol oynayabilir. Kazakistan, Türk Devletleri Teşkilatı'nın aktif bir üyesi olarak Türkiye ile ekonomik ve politik iş birliğini artırabilir. Bu platformda geliştirilecek ticaret, altyapı ve enerji projeleri, Rusya'nın bölgesel etkisini sınırlayabilir. Türkiye ve Kazakistan, Birleşmiş Milletler (BM) ve İslam İşbirliği Teşkilatı (İİT) gibi uluslararası platformlarda ortak hareket ederek, Kazakistan'ın uluslararası arenada daha bağımsız bir duruş sergilemesine katkıda bulunabilir (Yalçın, 2025).

Kazakistan'ın sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşması, yalnızca ekonomik çeşitlilik, eğitim reformu ve altyapı geliştirme ile değil, aynı zamanda Rus etkisini dengeleyecek stratejik iş birlikleri ile mümkündür. Türkiye, Kazakistan'ın ekonomik bağımsızlığını artıracak, kültürel hegemonyayı dengeleyecek ve uluslararası arenada daha güçlü bir konum elde etmesini sağlayacak bir ortak olarak kritik bir rol oynayabilir. Bu bağlamda, Kazakistan'ın Türkiye ile ilişkilerini daha stratejik ve proaktif bir çerçevede geliştirmesi, hem ülkenin kalkınma

hedeflerine ulaşmasına hem de bölgesel istikrarın güçlenmesine katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, Kazakistan'ın sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi için Rus etkisini dengeleyecek ve Türkiye gibi stratejik ortaklarla ilişkilerini güçlendirecek somut adımlar atması gerekmektedir.

BALTIK ÜLKELERİ: EKONOMİK ÇEŞİTLİLİK VE BATI İLE ENTEGRASYON

Baltık ülkeleri, Sovyetler Birliği'nden bağımsızlıklarını kazandıktan sonra hızlı bir şekilde Rusya'ya olan ekonomik bağımlılıklarını azaltmış ve Batı ile entegrasyona öncelik vermiştir. Bu süreçte Avrupa Birliği (AB) ve NATO üyelikleri, bu ülkelerin ekonomik ve politik bağımsızlığını güçlendirmiştir. Kazakistan açısından, Baltık ülkelerinin enerji bağımsızlığı konusundaki adımları örnek teşkil edebilir. Örneğin, Litvanya, enerji altyapısını çeşitlendirerek Rus gazına olan bağımlılığını %100'den %40'a düşürmüştür. Bu başarının altında LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz) terminallerine yatırım yapmaları ve alternatif enerji kaynaklarını devreye sokmaları yatmaktadır. Türkiye, Kazakistan için benzer bir rol oynayarak enerji güzergâhlarını çeşitlendirebilir ve Kazakistan'ın enerji altyapısındaki Rusya etkisini azaltabilir (Canikoğlu, 2025).

Polonya, Rusya ile tarihsel bağlarına rağmen, Avrupa ile entegrasyonunu derinleştirmiş ve ekonomik çeşitliliğini artırmıştır. Polonya, tarım ve sanayi sektörlerinde güçlü bir modernleşme sürecine girerek ekonomik bağımsızlığını pekiştirmiştir. Özellikle tarım teknolojileri ve sanayi üretimi alanında AB fonlarını kullanarak rekabetçi bir ekonomi oluşturmuştur. Polonya'nın bu deneyimi, Kazakistan için tarım ve sanayi sektörlerinin modernizasyonunda önemli bir model sunabilir. Türkiye, Polonya'nın AB ile geliştirdiği tarım teknolojileri iş birliğine benzer bir şekilde Kazakistan'ın tarım sektörünü modernize edebilir. Kazakistan, Türkiye ile geliştireceği bu iş birliği sayesinde Rusya'ya olan tarım ihracatı bağımlılığını azaltabilir ve küresel pazarlarda daha rekabetçi hale gelebilir.

Polonya ve Ukrayna'nın ilişkileri, Türkiye-Kazakistan ilişkilerine benzer bir şekilde, tarihsel bağlar, kültürel yakınlık, ekonomik iş birliği ve bir büyük güçle (Rusya) olan ilişkilerin dengelemesi çerçevesinde değerlendirilebilir. Polonya, Ukrayna'nın bağımsızlık sonrası kalkınma sürecinde önemli bir destekçi olmuştur. Tarihsel ve kültürel bağlar, özellikle Sovyetler Birliği sonrası yeniden şekillenmiş ve Polonya, Ukrayna için Batı'ya açılan bir kapı haline gelmiştir. Bu durum, Türkiye'nin Kazakistan için Avrasya-Orta Doğu bağlantısını kuran bir ülke olmasıyla paralellik göstermektedir. Polonya, Ukrayna'nın Avrupa Birliği ile entegrasyon sürecinde güçlü bir destekçi olmuştur. Türkiye'nin Kazakistan için Türk Devletleri Teşkilatı (TDT) içinde oynadığı rol, Polonya'nın Ukrayna için Avrupa Birliği içinde üstlendiği rol ile benzerlik taşımaktadır. Her iki durumda da büyük güç (Rusya) ile ilişkilerde bir dengeleme stratejisi öne çıkmaktadır. Rusya'nın Ukrayna üzerindeki baskısı, Polonya'nın Ukrayna'ya daha fazla destek vermesini zorunlu kılmıştır. Türkiye'nin Kazakistan'daki etkisi de Rusya'nın bölgedeki etkisini dengelemek adına kritik bir rol oynamaktadır. Polonya'nın Ukrayna'ya enerji, altyapı ve savunma alanında sağladığı katkılar, Türkiye'nin Kazakistan'a sağladığı ekonomik ve kültürel destekle paralel bir strateji olarak görülebilir.

Gürcistan, bağımsızlık sonrası dönemde Rus etkisini azaltmak için Batı ile kültürel ve ekonomik bağlarını güçlendirmiştir. Türkiye, Gürcistan için en büyük ticaret ortaklarından biri haline gelmiş ve iki ülke arasındaki kültürel bağlar derinleşmiştir. Türk kültürel diplomasi araçları, Gürcistan'da Rusya'nın etkisini dengeleyen önemli bir faktör olmuştur. Kazakistan, Türkiye ile kültürel iş birliğini artırarak Gürcistan'ın bu deneyiminden faydalanabilir. Türk dizi ve filmleri, Gürcistan'da popüler hale gelerek Türk kültürünün bölgede tanıtılmasını sağlamıştır. Benzer bir şekilde, Kazakistan'da da Türk kültürünü tanıtacak medya projeleri hayata geçirilebilir. Türkiye, Yunus Emre Enstitüsü gibi kurumlar aracılığıyla Kazakistan'da Türkçe eğitim programlarını yaygınlaştırarak Rusça'nın eğitimdeki baskınlığını dengeleyebilir.

Azerbaycan, enerji altyapısını çeşitlendirmek ve Rusya'ya olan bağımlılığını azaltmak için Türkiye ile stratejik iş birliği yapmıştır. Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) boru hattı ve Trans-

Anadolu Doğalgaz Boru Hattı (TANAP), Azerbaycan'ın enerji kaynaklarını Avrupa'ya ulaştıran en önemli projeler arasında yer almaktadır. Bu iş birliği, Azerbaycan'ın enerji güvenliğini artırmış ve Rusya'nın bölgedeki etkisini sınırlamıştır. Kazakistan, Azerbaycan'ın bu deneyiminden faydalanarak Türkiye ile enerji projelerinde iş birliğini artırabilir. Bakü-Tiflis-Ceyhan boru hattı, Kazak petrolü için önemli bir alternatif güzergâh sunabilir. Ayrıca, Türkiye ile yenilenebilir enerji alanında ortaklıklar kurarak Kazakistan'ın enerji altyapısını çeşitlendirmesi sağlanabilir. Örneğin, Türkiye'nin Konya Karapınar Güneş Enerjisi Santrali gibi projeler, Kazakistan'ın zengin rüzgar ve güneş enerjisi kaynaklarını değerlendirmesi için bir model sunabilir (Yazıcı, 2023).

Çin'in Orta Asya ülkeleriyle ilişkileri, özellikle Kazakistan ile olan bağları, Türkiye-Kazakistan ilişkileriyle kıyaslanabilir. Çin, enerji ve altyapı yatırımlarıyla bölge üzerinde ekonomik ve politik etkisini artırırken, kültürel ve tarihsel bağlardan ziyade ekonomik faydaları ön plana çıkarmaktadır. Çin, Bir Kuşak Bir Yol (BRI) girişimi kapsamında Orta Asya ülkelerine milyarlarca dolarlık altyapı ve enerji yatırımları yapmıştır. Bu durum, Türkiye'nin Kazakistan'daki inşaat projeleri ve lojistik altyapı yatırımlarıyla benzerlik taşımaktadır. Her iki aktör de Kazakistan gibi transit ülkelerde ekonomik fırsatlar yaratmak için stratejik adımlar atmaktadır. Çin, Kazakistan'ın enerji ihracatında Rusya'ya olan bağımlılığını dengelemek için önemli bir alıcı ve yatırımcı olmuştur. Benzer şekilde, Türkiye, Kazakistan'ın enerji kaynaklarının Avrupa'ya ulaşmasında alternatif bir rota sunarak enerji güvenliğini artırmayı hedeflemektedir. Çin'in Rusya ile iş birliği yaparak Orta Asya'da etkinlik kazanması, Türkiye'nin Rusya ile rekabet ederek Kazakistan üzerinde daha bağımsız bir etki kurma çabasıyla paralellik taşır. Çin, Kazakistan'da ekonomik ve altyapı yatırımlarıyla, Türkiye ise tarihsel ve kültürel bağlar aracılığıyla nüfuzunu artırmaktadır (İpek, 2025).

TÜRKİYE VE KAZAKİSTAN İŞ BİRLİĞİ BAĞLAMINDA KRİTİK BİR ALAN: DİJİTAL EKONOMİ VE SİBER GÜVENLİK İŞ BİRLİĞİ

Dijital ekonomi ve siber güvenlik, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda ülkelerin ekonomik ve sosyal yapılarının güçlendirilmesi için stratejik bir öneme sahiptir. Türkiye ve Kazakistan arasında gelişen iş birliği, dijitalleşme ve siber güvenlik alanlarında derinleştirilerek her iki ülkenin ekonomik çeşitliliğini artırmak ve bağımsızlık kapasitelerini geliştirmek için bir fırsat sunmaktadır. Bu iş birliği, özellikle Kazakistan'ın dijital altyapısının güçlendirilmesi, siber güvenlik tehditlerine karşı direnç kazanılması ve dijital ekonominin yerel kalkınmaya entegre edilmesi bağlamında büyük bir potansiyele sahiptir (Tarçın, 2025).

Kazakistan, dijitalleşme süreçlerini hızlandırmak için son yıllarda büyük yatırımlar yapmış, ancak dijital altyapısında hâlâ dışa bağımlı bir yapı sergilemektedir. Ülkenin dijital altyapısının büyük ölçüde Rus ve Çin teknolojilerine bağımlı olması, hem ekonomik hem de teknolojik anlamda bağımsızlık kazanmayı zorlaştırmaktadır. Türkiye, kendi geliştirdiği dijital ekonomi çözümleri ve milli siber güvenlik teknolojileri ile Kazakistan'ın dijitalleşme sürecinde güçlü bir ortak olarak öne çıkmaktadır. Türkiye'nin "e-Devlet Kapısı" uygulaması gibi projelerden elde ettiği deneyim, Kazakistan'ın dijital kamu hizmetlerinin geliştirilmesine yönelik çabalarına önemli katkılar sunabilir. Özellikle kırsal bölgelerde dijital erişimi artırmaya yönelik uydu teknolojilerinin uygulanması, dijital okuryazarlık eğitim programlarının desteklenmesi ve yerel girişimcilik ekosisteminin büyütülmesi bu süreci hızlandırabilir.

Dijital ekonomi kapsamında, iki ülke arasında ortak dijital platformlar oluşturulması ve ekonomik bağların dijital çözümlerle desteklenmesi büyük bir öncelik taşımalıdır. Türkiye'nin güçlü e-ticaret platformları, Kazakistan'da yerel dijital girişimlere örnek oluşturabilir. Örneğin, Trendyol gibi başarılı Türk platformlarının Kazakistan'da genişlemesi, iki ülkenin dijital ekonomi bağlamında ticaret hacmini artırmasına ve yerel girişimcilik faaliyetlerini desteklemesine olanak sağlayabilir. Ayrıca, dijitalleşme süreçlerinin, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde, ekonomik kapsayıcılığı artıran bir araç olarak kullanılması, dijital ekonominin yalnızca büyük kentlerle sınırlı kalmamasını, kırsal bölgeleri de kapsamasını sağlayacaktır.

Siber güvenlik iş birliği ise sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin güvenlik temelli bir boyutudur. Siber tehditlerin artması, ülkelerin altyapı sistemlerini ve dijital hizmetlerini koruma gerekliliğini artırmıştır. Kazakistan, mevcut dijital altyapısındaki dışa bağımlılık nedeniyle siber güvenlik risklerine daha açık bir yapıdadır. Türkiye, yerli ve milli siber güvenlik çözümleriyle Kazakistan'ın veri güvenliği kapasitesini artırmak ve kritik altyapılarını korumak için önemli bir ortak olabilir. Türkiye'nin HAVELSAN ve STM gibi şirketleri tarafından geliştirilen teknolojiler, Kazakistan'ın siber tehditlere karşı daha dirençli bir yapı kurmasına destek sağlayabilir. Ayrıca, iki ülke arasında siber güvenlik uzmanlarının eğitimi ve bilgi paylaşımı amacıyla bir eğitim merkezi kurulabilir. Bu merkez, yalnızca iki ülke için değil, Türk Devletleri Teşkilatı üyesi diğer ülkeler için de bir kapasite geliştirme aracı olarak kullanılabilir (Çalıkoğlu, 2024).

Dijital dönüşüm ve sürdürülebilir kalkınma bağlamında, iki ülke arasındaki iş birliği, yenilikçi teknolojilerin ortak geliştirilmesini içermelidir. Yapay zeka, blockchain, akıllı şehirler ve yenilikçi finansal teknolojiler gibi alanlarda iş birliği, Kazakistan'ın ekonomik çeşitliliğini artıracak ve Türkiye'nin bölgedeki teknoloji liderliğini pekiştirecektir. Bu iş birliği, ayrıca çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasında da önemli bir rol oynayabilir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji alanındaki bilgi birikimi ve Kazakistan'ın enerji potansiyeli, dijitalleşme süreçlerine entegre edilerek daha verimli ve çevre dostu bir kalkınma modeline katkı sağlayabilir.

Türkiye ve Kazakistan, dijital ekonomi ve siber güvenlik alanında başlatılacak girişimlerle, hem bölgesel entegrasyon hem de uluslararası rekabet gücünü artırabilir. Bu iş birliğini güçlendirmek için önerilebilecek adımlar arasında, dijital altyapının modernize edilmesi, ortak eğitim ve araştırma merkezlerinin kurulması, dijital ticaret platformlarının yaygınlaştırılması ve yenilikçi teknolojilerde ortak yatırımların artırılması yer almaktadır. Ayrıca, iki ülke arasında oluşturulacak bir "Dijital İpek Yolu" girişimi, bölgesel dijital bağlanabilirliği artırarak ekonomik entegrasyonu destekleyecek ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunacaktır (Kokrmaz & Korkmaz, 2024).

Sonuç olarak, dijital ekonomi ve siber güvenlik alanında Türkiye ve Kazakistan'ın geliştireceği iş birliği, yalnızca iki ülke için değil, aynı zamanda bölgenin kalkınma ve istikrar hedefleri için kritik bir öneme sahiptir. Bu alanlardaki iş birliğinin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine entegre edilmesi, ekonomik çeşitlilik, güvenlik ve sosyal kapsayıcılık açısından önemli bir model oluşturacaktır. Türkiye ve Kazakistan, bu iş birliği aracılığıyla, dijitalleşme sürecinde yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler geliştirerek bölgesel liderlik pozisyonlarını güçlendirebilir (Ünver, 2024).

YUMUŞAK GÜÇ VE KÜLTÜREL MİRAS: TÜRKİYE VE KAZAKİSTAN İLİŞKİLERİNİN POLİTİK EKONOMİ ÇERÇEVESİNDE ELEŞTİREL BİR ANALİZİ

Türkiye ve Kazakistan arasındaki ilişkilerde yumuşak güç ve kültürel miras, sıkça iki ülkenin bağlarını güçlendiren unsurlar olarak ele alınsa da, bu unsurların politik ekonomi bağlamındaki gerçek etkisi tartışmaya açıktır. Her ne kadar ortak tarih ve kültürel bağlar iki ülke arasında bir bağ kurmaya katkı sağlasa da, bu unsurların ekonomik ve politik ilişkiler üzerindeki dönüştürücü etkisinin genellikle abartıldığı düşünülmektedir. Türkiye'nin Kazakistan'daki yumuşak güç araçlarını stratejik bir politika çerçevesine oturtamaması ve kültürel mirasın ekonomik potansiyelini yeterince değerlendirememesi, bu alandaki iş birliklerinin sınırlı kalmasına neden olmaktadır (Zhunussova, 2024).

Türkiye ve Kazakistan, Türk dünyasının bir parçası olarak ortak kültürel mirası paylaşsa da, bu mirasın politik ekonomide dönüştürücü bir güç olarak kullanımı sınırlı kalmaktadır. Örneğin, Dede Korkut Destanı ve Orhun Yazıtları gibi sembolik değer taşıyan kültürel miras projeleri, genellikle uluslararası platformlarda görünürlük kazanmak için kullanılsa da, ekonomik bağlara doğrudan bir katkı sağlamamaktadır. Bu tür projelerin ulusal kimlik inşası açısından önemli

olduğu kabul edilmekle birlikte, kültürel mirasın ekonomik değer yaratacak somut girişimlere dönüştürülmesi konusunda ciddi eksiklikler bulunmaktadır.

Türk Devletleri Teşkilatı (TDT) gibi platformlar üzerinden ortak kültürel projeler hayata geçirilmiş olsa da, bu projeler genellikle sembolik düzeyde kalmakta ve ekonomik etkileri sınırlı olmaktadır. Örneğin, Kazakistan'ın 2021 yılında "Türk Dünyası Başkenti" seçilmesi gibi girişimler, bölgesel iş birliğini teşvik etmek için önemli olsa da, bu tür etkinliklerin somut ekonomik çıktılar yaratmadığı gözlemlenmiştir. Türkiye, kültürel mirası yalnızca tarihi bir bağ olarak değil, somut ekonomik çıktılar yaratacak stratejik bir araç olarak ele almalıdır.

Türk dizileri, Türkiye'nin yumuşak gücünün önemli bir aracı olarak görülse de, Kazakistan gibi ülkelerde bu etkinin ekonomik sonuçları sınırlı kalmaktadır. Diriliş: Ertuğrul ve Kuruluş: Osman gibi diziler, Kazakistan'da büyük bir izleyici kitlesine ulaşmış olsa da, bu tür içeriklerin ekonomik faydaları genellikle dolaylıdır ve ölçülmesi zordur. Türk dizilerinin popülerliği, Türk ürünlerine olan talebi artırma potansiyeli taşımakla birlikte, bu durumun Kazakistan pazarında somut ekonomik iş birliklerine dönüşmediği görülmektedir. Ayrıca, Türk dizilerinin Kazakistan'da yarattığı kültürel etkiler, Rus kültürel hegemonyasının hâlâ baskın olduğu bir ortamda sınırlı kalmaktadır. Türkiye, medya ve eğlence sektöründeki etkisini ekonomik bağlamda daha somut çıktılara dönüştürmek için Kazakistan'da yerel medya kuruluşlarıyla ortaklıklar kurmalı ve bölgesel yapımlara yatırım yapmalıdır. Aksi takdirde, bu alandaki yumuşak güç unsurları yalnızca kültürel bir fenomen olarak kalmaya devam edecektir (Hancığaz, 2025).

Türkiye'nin Kazakistan ile eğitim alanında iş birlikleri, teoride insan sermayesinin geliştirilmesine ve iki ülke arasındaki bağların güçlenmesine katkıda bulunabilir. Ancak, bu alanın mevcut potansiyeli tam olarak kullanılamamaktadır. Türkiye Bursları Programı kapsamında her yıl yüzlerce Kazak öğrenciye burs verilmesi, önemli bir yumuşak güç aracı olarak görülse de, bu öğrencilerin mezuniyet sonrası Türkiye-Kazakistan ilişkilerinde oynadığı rol yeterince değerlendirilememektedir. Çoğu mezun, Türkiye'de edindikleri eğitimle ülkelerine geri döndüklerinde iki ülke arasındaki iş birliklerini ilerletecek bir pozisyona sahip olmamaktadır. Eğitim alanındaki bu eksiklikler, Türkiye'nin Kazakistan'daki yumuşak güç politikalarının etkisini sınırlamaktadır. Türkiye, yalnızca bireysel öğrenci programlarına odaklanmak yerine, Kazakistan'da Türk üniversitelerinin şubelerini açarak ve ortak akademik projeler geliştirerek bu alandaki etkisini artırabilir. Ayrıca, Türkçe eğitimin teşvik edilmesi ve Yunus Emre Enstitüsü'nün faaliyetlerinin genişletilmesi, Türkiye'nin kültürel ve ekonomik bağlarını güçlendirmek için daha etkili bir strateji sunabilir.

Kültürel turizm, ortak mirasın ekonomik değere dönüştürülmesi açısından önemli bir fırsat sunsa da, Türkiye ve Kazakistan arasındaki projeler genellikle sınırlı etki yaratmaktadır. Örneğin, Hoca Ahmed Yesevi Türbesi gibi kültürel sembollerin tanıtımı, turizm sektöründe somut bir büyümeye dönüşmemiştir. Türkiye, Kazakistan ile ortak kültürel turizm rotaları oluşturmayı hedeflemiş olsa da, bu tür projelerin sürdürülebilir bir ekonomik model sunamadığı gözlemlenmiştir. Turizm sektöründe daha somut sonuçlar elde edebilmek için Türkiye, Kazakistan'daki turizm altyapısını geliştirmek için daha fazla yatırım yapmalı ve bu alandaki projelere özel sektör iş birliklerini dahil etmelidir. Örneğin, "Türk Kültür Yolu" gibi projeler yalnızca kültürel bağları değil, aynı zamanda ekonomik çıktıları da artırabilecek potansiyele sahiptir. Ancak, bu tür girişimlerin sürdürülebilir bir şekilde hayata geçirilebilmesi için daha kapsamlı bir strateji gerekmektedir (Avcı, 2025).

Anlaşılacağı üzere Türkiye ve Kazakistan arasındaki yumuşak güç unsurlarına dayalı iş birlikleri, çoğunlukla sembolik düzeyde kalmakta ve ekonomik çıktılar yaratma potansiyelini tam anlamıyla gerçekleştirememektedir. Kültürel miras ve yumuşak güç unsurları, yalnızca tarihi ve kültürel bağların bir sembolü olarak değil, aynı zamanda ekonomik ve politik iş birliklerini dönüştüren araçlar olarak ele alınmalıdır. Ancak, Türkiye'nin bu alanlardaki mevcut stratejileri, genellikle sürdürülebilir bir ekonomik model sunmaktan uzaktır.

SONUÇ

Türkiye ve Kazakistan arasındaki ilişkiler, tarihsel bağlar, ortak kültürel miras ve stratejik hedefler temelinde şekillenen, ancak Sovyet mirası ve bölgesel güç dengeleri tarafından karmaşıklaştırılan çok boyutlu bir iş birliği modelini yansıtmaktadır. Bu çalışma, iki ülke arasındaki bağların sürdürülebilir politik ekonomi çerçevesinde nasıl geliştirilebileceğini analiz ederken, Rus kültürel etkisinin bu ilişkiler üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini de kapsamlı bir şekilde ele almıştır.

Rus kültürünün Kazakistan üzerindeki etkisi, Türkiye-Kazakistan ilişkilerinde hem fırsatlar hem de zorluklar yaratmaktadır. Ekonomik alanda Rusya'nın enerji altyapısındaki hâkimiyeti ve ticaret ağlarındaki etkinliği, Türkiye'nin Kazakistan ile iş birliğini sınırlandırmaktadır. Politik düzeyde, Kazakistan'ın Rusya ile denge politikası izlemesi, Türkiye ile daha derin bir politik ortaklık kurmasını zorlaştırmaktadır. Kültürel diplomasi açısından ise Rusça'nın ve Rus medya organlarının baskınlığı, Türkiye'nin kültürel etkisini artırma çabalarını sınırlamaktadır. Türkiye'nin bu dolaylı etkileri dengelemek için proaktif bir strateji benimsemesi gerekmektedir. Bu strateji, Türkçe eğitim programlarının yaygınlaştırılmasını, medya projelerinin artırılmasını ve ekonomik iş birliğinin enerji dışı sektörlerde çeşitlendirilmesini içermelidir. Ayrıca, Türk Devletleri Teşkilatı gibi bölgesel platformların daha etkin bir şekilde kullanılması, Rus kültürel etkisini dengelemek için önemli bir araç olacaktır. Türkiye, Rus kültürünün yarattığı bu zorlukları aşarak Kazakistan ile daha derin ve sürdürülebilir bir ilişki geliştirme potansiyeline sahiptir.

Türkiye ve Kazakistan arasındaki ilişkiler, büyük bir potansiyele sahiptir ancak bu potansiyelin tam anlamıyla gerçekleşmesi için çeşitlilik, yenilikçilik ve stratejik derinlik gerekmektedir. Mevcut sınırlılıklar, iki ülke arasındaki iş birliğinin daha geniş bir alana yayılmasını engellemektedir. Rusya'nın kültürel ve ekonomik etkisi, Kazakistan'ın bağımsız politika geliştirme kapasitesini sınırlandırırken, Türkiye'nin ilişkilerde daha etkili bir rol oynaması gerekmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma, Türkiye ve Kazakistan arasındaki ilişkilerin yalnızca mevcut bağlamda değil, aynı zamanda gelecekteki bölgesel ve küresel dinamikler ışığında nasıl güçlendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, Türk dış politikasının proaktif ve yenilikçi bir yaklaşımla Kazakistan ile ilişkileri derinleştirmesi, sadece iki ülkenin çıkarlarına değil, aynı zamanda Avrasya bölgesinin istikrarına ve kalkınmasına da katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Askeroğlu, S., & Kaya, E. (2025). RUSYA VE KAZAKİSTAN ARASINDAKİ MÜTTEFİKLİK İLİŞKİSİNİN SINIRLARI. *Rusya Araştırmaları Dergisi*, (13), 161-187.

Avcı, S. S., & Avcı, M. Seyahat ve Turizm Gelişim Endeksi Perspektifinden Türk Devletlerinin Performansı: Gelişmeler ve Öneriler. *Türk Dünyası İncelemeleri Dergisi*, *25*(1), 221-255.

Aydın, F. (2024). ŞANGHAY İŞBİRLİĞİ ÖRGÜTÜ: TÜRKİYE'NİN KAZAKİSTAN VE ORTA ASYA POLİTİKALARINDA BAĞLAYICI UNSUR MU?. *SDE Akademi Dergisi*, *4*(1), 149-170.

Aydoğan, İ., & Korkmaz, Y. (2025). Rusya'nın Türk Cumhuriyetleri'ndeki Sömürgeciliğine Eğitimsel Bakış. *Asya Studies*, *9*(31), 39-50.

Aydın, U. (2018). TÜRKİYE–AZERBAYCAN İLİŞKİLERİNİN SON ON YILI (2006-2016): KARDEŞLİKTEN STRATEJİK İŞBİRLİĞİNE UZANAN YOL. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, *6*(13), 38-62.

BOSTANCI, M., & Lüleci, T. (2024). 21. YÜZYIL BAŞINDA TÜRKİYE KAZAKİSTAN İLİŞKİLERİ. *Journal of History School*, (XLI), 715-754.

Canikoğlu, E. (2024). *RUSYA'NIN "YAKIN ÇEVRE" POLİTİKASINDA ENERJİ ARZ VE TRANSİT GÜVENLİĞİNİN ROLÜ: 2000-2008 DÖNEMİ* (Doctoral dissertation, Istanbul Esenyurt University).

Çalıkoğlu, M. C. (2024). Kolektif Siber Güvenliğin Önemi ve Türk Devletler Teşkilatı: Kolektif Siber Güvenliğin Önemi ve Türk Devletler Teşkilatı. *Kuantum Teknolojileri ve Enformatik Araştırmaları Dergisi*, *2*(1), 1-13.

Çapa, M. (2019). SOVYETLER BİRLİĞİ'NİN DAĞILMASI: KAZAKİSTAN CUMHURİYETİ'NİN BAĞIMSIZLIK SÜRECİNDE TÜRKİYE-KAZAKİSTAN MÜNASEBETLERİ. *Trakya Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, *9*(17), 1-23.

Çetin, N., & Yurdugüzel, Ö. (2025). TÜRK DEVLETLERİ TEŞKİLATI'NIN KURULUŞ VE GELİŞMESİNDE TÜRKİYE'NİN ROLÜ. *Avrasya Etüdleri*, (64), 121-160.

Düğen, T. (2022). BAĞIMSIZLIĞININ 30. YILINDA KAZAKİSTAN: GÜVENLİK, İSTİKRAR VE ULUSLARARASI İŞBİRLİĞİ. *Düşünce Dünyasında Türkiz*, (59), 119-160.

Eleuken, F. (2020). TÜRKİYE-KAZAKİSTAN ARASINDAKİ EKONOMİK VE EĞİTİM İLİŞKİLERİ. *Ahi Evran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *4*(2), 296-311.

Giritlioglu, S. (2024). TÜRK DEVLETLERİ TEŞKİLATI ÜYELERİNİN ULUS İNŞA POLİTİKALARI: KAZAKİSTAN ÖRNEĞİ. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, *24*(3), 1152-1171.

Hancığaz, E. (2025). Yumuşak Güç Unsuru Olarak Türk Dizileri: Somalili İzleyiciler Üzerinde Nitel Bir Analiz. *Turkish Studies-Economics, Finance, Politics*, *20*.

İpek, S. (2025). Türkiye'nin Orta Asya'da Türk İşbirliğinin Sağlanması Stratejisi ve Orta Koridor Girişimi. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, *8*(3), 833-845.

Kiliç, S., & Atmaca, T. (2025). Türk Dünyası Devletleri Arasındaki Eğitim İş Birliğinin Akademisyenlerin Görüşlerine Göre İncelenmesi. Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 23(2), 1530-1559. https://doi.org/10.37217/tebd.1637388

Kızıler, N. (2025). OECD Ticaretin Kolaylaştırılması Kriterleri Çerçevesinde Türk Cumhuriyetlerine İlişkin Değerlendirme. *TESAM Akademi Dergisi*, *12*(1), 325-363.

Korkmaz, Ö. F., & Korkmaz, S. S. (2024). TÜRK DEVLETLERİ TEŞKİLATI EKONOMİK İŞBİRLİĞİNİN BANKACILIK VE FİNANS BOYUTU. *Düşünce Dünyasında Türkiz*, *15*(3), 469-492.

Kuryshzhan, D., & Altıntaş, H. (2022). Kazakistan ve Türkiye Arasındaki Dış Ticaret. *Uluslararası İdil-Ural ve Türkistan Araştırmaları Dergisi*, *4*(8), 275-294.

Oran, İ. B. (2025). TÜRK DEVLETLERİ VE ENERJİ KRİZİNİN YANSIMALARI. *Türk Dünyası Araştırmaları*, *137*(271), 115-139.

Özsoy, B. (2023). 'TÜRK DÜNYASI'SÖYLEMİ İÇİNDE TÜRK DEVLETLERİ TEŞKİLATI'NIN ROLÜ VE ÖNEMİ. *Anasay*, (25), 40-55.

Sezer, S. (2025). TÜRKİYE VE TÜRK CUMHURİYETLERİ ÜLKELERİ ARASINDAKİ ULUSLARARASI TİCARET İLİŞKİLERİ. *Karadeniz Araştırmaları*, *22*(87), 1292-1310.

Tarçın, U. (2025). Türk Devletleri Teşkilatı'nda askeri iş birliği: Stratejik bir perspektif. *Marmara Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, *12*(Türk Devletleri Teşkilatı (Dünü, Bugünü, Yarını)), 244-267.

Toprak, N. (2017). Türkiye'nin Kazakistan ile Kurmuş Olduğu Enerji İlişkilerinin Türkiye'nin Yumuşak Gücüne Etkisi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *10*(1), 111-121.

Uslu, N., Yılmaz, E., Kaya, H., Aydoğdu, A. K., Sultanova, A., Kocoev, B., ... & Sagındıkova, E. KAZAKİSTAN CUMHURİYETİ ÜLKE RAPORU.

Ünver, O. C. (2024). Yeni Asya Jeopolitiği Bağlamında Türk Devletleri Teşkilatı. *BRIQ Kuşak ve Yol Girişimi Dergisi*, *5*(4).

Yalçın, R. (2025). Kassym Jomart Tokayev'in Cumhurbaşkanlığı Geçiş Dönemi ve Türkiye-Kazakistan İlişkilerine Etkisi. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, *8*(2), 160-178.

Yazıcı, E. (2023). POST-SOVYET DÖNEMDE KUŞAK ve YOL GİRİŞİMİ BAĞLAMINDA TÜRKİYE'NİN AZERBAYCAN VE KAZAKİSTAN İLE İLİŞKİLERİNİN DIŞ POLİTİKA PERSPEKTİFİYLE İNCELENMESİ. *Fenerbahçe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *3*(1), 178-194.

Yamaç, M. (2022). Azerbaycan ve Türkiye İlişkilerinin Stratejik Önemi. *Turkish Studies*, *17*, 7.

Yılmaz, S. (2021). KAZAKİSTAN–TÜRKİYE İLİŞKİLERİNİN SON DURUMU: HEDEFLERE ULAŞILDI MI?. *Avrasya Dosyası*, *12*(1), 60-94.

Yılmaz, S. (2017). Kazakistan-Türkiye ekonomik ve kültürel ilişkileri: Vaatler ve gerçekler. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, *6*(2), 813-834.

Zhaxyglova, G., & Myrzabekova, M. (2016). Boru Hattı Lojistiği: Kazakistan–Türkiye İşbirliği İmkânların Değerlendirmesi. *The International New Issues in Social Sciences*, *3*(3), 7-23.

Zhunissova, M. (2024). *Türkiye, ABD, Rusya, AB, Çin'in Kazakistan'daki Yumuşak Gücünün Karşılaştırmalı Analizi* (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)).

KAYNAK SİMÜLATÖRÜ UYGULAMALARI İLE KAYNAK EĞİTİM YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

COMPARATIVE ANALYSIS OF WELDING SIMULATOR APPLICATIONS AND WELDING TRAINING METHODS

Akın ÇALIŞKAN[1]
[1]Öğr. Gör. Akın ÇALIŞKAN, Kocaeli Üniversitesi, Karamürsel Denizcilik M.Y.O., Moturlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, TÜRKİYE,
Orcid ID: https://orcid.org/0000-0002-9662-4883
İsmet KANDİLLİ[2]
[2]Doç. Dr. İsmet KANDİLLİ, Kocaeli Üniversitesi, Karamürsel Denizcilik M.Y.O., Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Kocaeli, TÜRKİYE,
ORCID ID: https://orcid.org/:0000-0002-3470-9646
Özkan MÜNÜKLÜ[3]
[3] Öğr. Gör. Özkan MÜNÜKLÜ, Kocaeli Üniversitesi, Karamürsel Denizcilik M.Y.O., Moturlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, TÜRKİYE,
Orcid ID: https://orcid.org/0000-0002-8924-1390

ÖZET

Bu çalışmada, gemi inşaat sektöründeki kaynaklı imalat süreçlerinde nitelikli kaynakçı yetiştirme sürecinin yanı sıra okullarda kaynak eğitimi sırasında karşılaşılan ekonomik ve eğitimsel zorluklara çözüm olarak sanal gerçeklik (VR) tabanlı kaynak simülatörü eğitimlerinin uygulanabilirliği ele alınmıştır. Yapılan çalışmada, öncelikle geleneksel kaynak yöntemleri olan TIG, MIG-MAG ve elektrik ark kaynağının genel özellikleri incelenmiş; bu yöntemlerin uygulamada hem kaynakçıların hem de eğitim kurumları açısından ekonomik boyutları, iş güvenliği ve uygulanabilirlik bakımından sahip oldukları avantajlar ile dezavantajlar değerlendirilmiştir. Ardından, gemi inşaat sektöründeki kaynaklı imalat süreçlerinin gerektirdiği yüksek nitelikli iş gücü, maliyet unsurları ve kalite beklentileri ele alınarak tartışılmıştır. Bu beklentiler doğrultusunda, sanal kaynak simülatörlerinin teknik, ekonomik ve pedagojik katkıları incelenmiş ve bu katkıların geleneksel kaynak yöntemlerinin ortaya çıkardığı dezavantajları hangi noktalarda giderebileceği analiz edilmiştir. Bulgular, sanal kaynak teknolojilerinin hem eğitim maliyetlerini düşürme hem de üretim kalitesini artırma hem de iş güvenliği açısından önemli bir potansiyel sunduğunu göstermektedir. Bu tespit edilen bulgular, VR teknolojisinin yalnızca bir eğitim aracı olmanın ötesinde, kaynakçı adaylarına gerçek zamanlı performans geri bildirimi sunarak öğrenme sürecini önemli ölçüde hızlandırdığını göstermektedir. Ayrıca, sınırsız tekrar imkânı sayesinde öğrenme süreci kısalmakta ve hataların kalıcı öğrenmeye dönüşmesi kolaylaşmaktadır. Ekonomik açıdan bakıldığında ise, sanal eğitim ortamlarının kullanılmasıyla ilave tel, koruyucu gaz, kaynak edilecek parçalar ve diğer kaynak makinasında kullanılan sarf malzemelerine duyulan gereksinim belirgin biçimde azalmakta; bu da toplam eğitim maliyetlerinde kayda değer bir düşüş sağlayarak kurum bütçesine önemli bir katkı sunmaktadır. Ayrıca iş sağlığı ve güvenliği açısından bakıldığında; geleneksel kaynak uygulamalarında karşılaşılan iş güvenliği problemlerini tamamen ortada kaldırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gemi inşa, kaynak teknolojisi, sanal kaynak eğitimi, VR simülasyon, teknik eğitim.

ABSTRACT
In this study examines the process of training qualified welders for welded manufacturing processes in the shipbuilding industry, as well as the feasibility of virtual reality (VR)-based welding simulator training as a solution to the economic and educational challenges encountered during welding education in schools. The study first examines the general characteristics of traditional welding methods, including TIG, MIG-MAG, and electric arc welding. The advantages and disadvantages of these methods, in terms of economic aspects, occupational safety, and applicability, are evaluated for both welders and educational institutions. The highly skilled workforce, cost factors, and quality expectations required by welded manufacturing processes in the shipbuilding industry are then discussed. In line with these expectations, the technical, economic, and pedagogical contributions of virtual welding simulators are examined, and the extent to which these contributions can address the disadvantages of traditional welding methods is analyzed. The findings demonstrate that virtual welding technologies offer significant potential for reducing training costs, improving production quality, and improving occupational safety. These findings demonstrate that VR technology goes beyond being a mere educational tool; it significantly accelerates the learning process by providing welder candidates with real-time performance feedback. Furthermore, unlimited repetition allows for shorter learning times, making it easier to turn mistakes into permanent learning. From an economic perspective, the use of virtual training environments significantly reduces the need for additional wire, shielding gas, welded parts, and other welding machine consumables. This significantly reduces overall training costs and contributes significantly to the institution's budget. Furthermore, from an occupational health and safety perspective, it completely eliminates the occupational safety problems encountered in traditional welding practices.
Keywords: Shipbuilding, welding technology, virtual welding training, VR simulation, technical training.

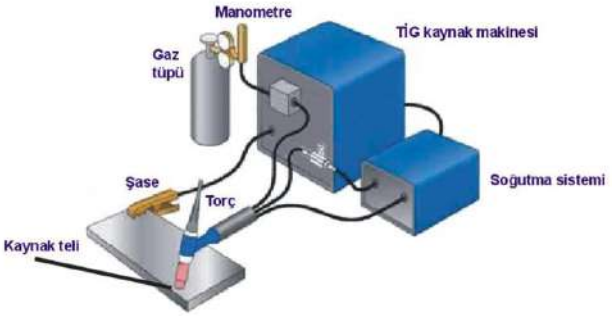
1. Giriş

Kaynak, metal malzemelerin ısı veya basınç etkisiyle birleştirilmesi esasına dayanan en yaygın imalat yöntemlerinden biridir. Kaynak teknolojisi, endüstrinin en temel imalat süreçlerinden biri olup; gemi inşa, otomotiv, enerji ve makine sektörlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Endüstride en sık kullanılan yöntemler arasında TIG (Tungsten Inert Gas), MIG-MAG (Metal Inert/Active Gas) ve elektrik ark kaynağı (SMAW) bulunmaktadır [1]. Şekil 1'de yapılan bir kaynak gösterilmektedir.

Şekil 1: Kaynak [2].

TIG kaynağı, yüksek kalite gerektiren paslanmaz çelik ve alüminyum gibi malzemelerde kullanılır. En büyük avantajı, kaynak bölgesinin temiz ve düzgün olmasıdır; ancak uygulaması

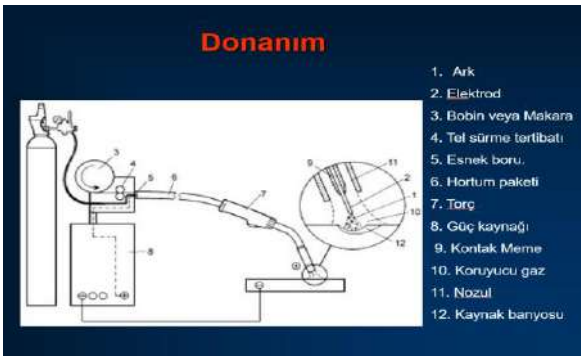
zordur, yüksek dikkat ve beceri ister, ayrıca ilerleme hızı düşüktür. TIG kaynak yönteminin gösterimi ve donanımı Şekil 2'de verilmiştir.

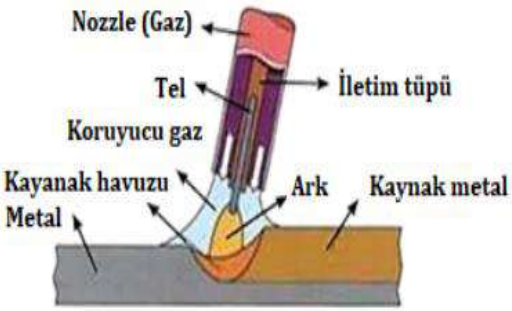


a) Yöntem b) Donanım

Şekil 2: TIG Kaynak Yöntemi [2].

MIG-MAG kaynağı, otomasyon sistemlerine uyumlu olması, yüksek birleştirme hızı ve düşük cüruf oluşumu sayesinde üretim hatlarında sıkça tercih edilir. Fakat bu yöntemde gaz debisinin doğru, tel hızının, amper ve voltaj değerlerinin, kaynak hızının doğru ayarlanmaması; malzeme, ilave malzeme ve gaz kombinasyonun bir arada uygun seçilememesi durumunda uygunsuz ve kalitesiz kaynak dikişlerinin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir [3]. MIG-MAG kaynak yönteminin gösterimi ve donanımı Şekil 3'de verilmiştir.

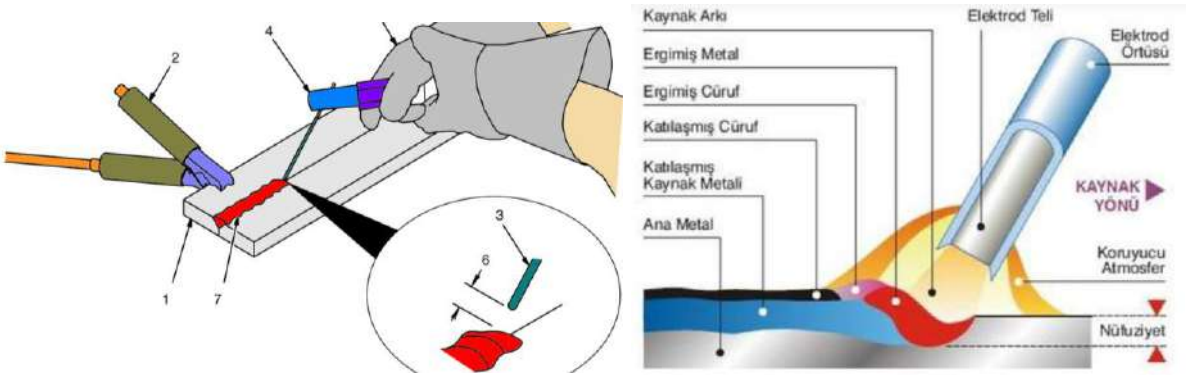




a) Donanım b) Yöntem

Şekil 3: MIG-MAG Kaynak Yöntemi [4].

Ark kaynağı (elektrot kaynağı) ise taşınabilirliği, basit ekipman gereksinimi ve düşük yatırım maliyetiyle avantajlıdır; buna karşın yüksek beceri gerektirir ve hatalı uygulamalarda kaynak dikiş kalitesi kolaylıkla düşebilir [5]. Elektrik ark kaynak yönteminin gösterimi ve donanımı Şekil 4'de verilmiştir.



a) Donanım b) Yöntem

Şekil 4: Elektrik Ark Kaynağı [6].

Görüldüğü üzere her kaynak yöntemin; hem avantaj hem de eğitim ve uygulama açısından belirli zorluklar taşımaktadır. Bu zorlukların büyük kısmı, operatörün el becerisi, el-göz koordinasyonu ve kaynak parametrelerini doğru uygulayabilme yeteneğiyle ilgilidir. Bu nedenle kaynakçı yetiştirme süreçleri, uzun süreli ve maliyetli uygulamalardan oluşmaktadır.
Aynı zamanda da kaynak işleminin iş güvenliği açısından çeşitli sakıncaları bulunmaktadır. Kaynak sırasında ortaya çıkan yoğun UV ve IR ışınları, kaynak dumanı ve gazları, etrafa sıçrayan kıvılcımlar ve ergimiş metal parçaları çeşitli yangın ve kaynakçıda yanık riskine sebebiyet verebilir. Ayrıca yine kaynak esnasında çeşitli yüksek sıcaklık, gürültü, dar alanlarda meydana gelebilecek oksijen yetersizliği, akıma kapılma tehlikesi ve uygun havalandırma sistemleriyle desteklenmezse zehirli gaz toplanması gibi ekstra riskler de bulunmaktadır. Bu sebepten dolayı; kaynak işlemleri, uygun kişisel koruyucu donanım kullanılarak ve gerekli güvenlik tedbirleri alınarak yapılmalıdır.

2. Tersane Sektöründe Kaynaklı İmalatın Önemi

Gemi inşaat endüstrisinde yapılan kaynaklı imalat, yapısal bütünlüğün sağlanmasında temel rol oynar. Gemi gövdesinin blok montajında, iç bölme plakalarında ve ana iskelet elemanlarında kullanılan binlerce kaynak dikişi, geminin dayanımını doğrudan belirler. Bu nedenle kaynak kalitesinde oluşacak en küçük hata, deniz ortamında yorgunluk çatlakları, sızıntılar veya mukavemet kayıplarına yol açabilir.
Gemi inşada kullanılan malzemeler genellikle yüksek dayanımlı çelikler olup, kalın kesitli ve geniş yüzeyli plakalar halinde birleştirilir. Bu durum, kaynak pozisyonlarının zorluğu ve ısıl gerilmelerin artması nedeniyle kaynakçılardan yüksek beceri bekler.
Ayrıca, tersane koşullarında gerçekleştirilen kaynak işlemleri, açık alanlarda, değişken sıcaklık ve nem koşullarında yapılır. Bu çevresel faktörler; hem kaynak kalitesini hem de iş güvenliğini doğrudan etkiler. Dolayısıyla, gemi inşa sektöründe yetiştirilen bir kaynakçının yalnızca teorik bilgi değil, aynı zamanda pratik deneyim ve çevresel farkındalık açısından da iyi eğitilmesi gerekir.
Ancak, bu eğitimlerin büyük bir kısmı gerçek kaynak tezgâhlarında ve sarf malzemesi kullanılarak yapılmaktadır. Bu durum, hem malzeme hem enerji hem de zaman açısından önemli bir maliyet yaratır. Ayrıca iş güvenliği açısından da çeşitli riskler barındırmaktadır. İşte bu olumsuz şartları minimize etmek veya ortadan kaldırmak için sanal kaynak teknolojileri, sektöre önemli bir yenilik olarak görülmektedir. Aşağıdaki Şekil 5'de tersanede yapılan kaynak işlemi görülmektedir.

Şekil 5: Tersanede Kaynak İşlemi [7].

3. Sanal Gerçeklik Tabanlı Kaynak Eğitim Sistemleri

Sanal gerçeklik destekli kaynak eğitim sistemleri, kullanıcıya gerçek kaynak ortamını simüle eden etkileşimli bir eğitim alanı sunar. Bu sistemlerde VR gözlükler, kaynak tabancasını taklit eden kontrol cihazları ve hareket sensörleri kullanılır. Böylece kaynakçı, gerçek bir kaynak işlemi yapıyormuş gibi kaynak dikişini oluşturur [8]. Şekil 6'da kaynak simülatör makinaları görülmektedir.

Şekil 6: Kaynak Simülatör Makinası [9].

Sanal kaynak sisteminin bileşenleri şu şekilde özetlenebilir:

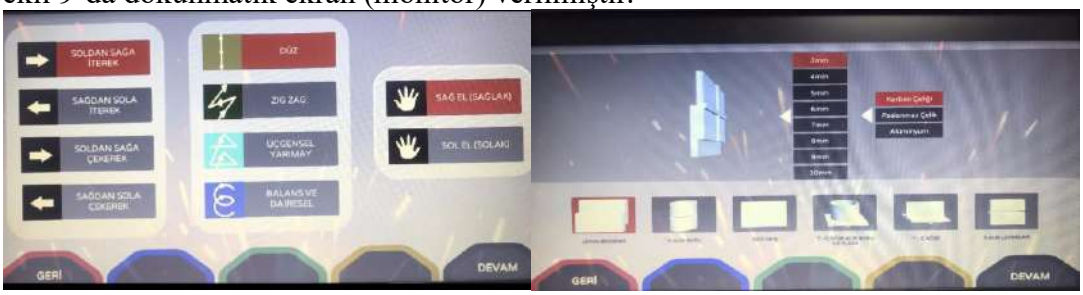
- Sanal Gerçeklik Gözlüğü (VR Headset): Kullanıcının görsel olarak kaynak ortamına tamamen dâhil olmasını sağlar. Bu gözlük tamamen kaynak yaptığı uygulamanın sanki bir tersanede ya da sanayide yapılıyormuş gibi göstermektedir. Bunun yanı sıra kaynak havuzu, ark oluşumu, duman ve ışık efektleri simüle edilir. Şekil 7'de sanal ortamı görülmektedir.

Şekil 7: Sanal gerçeklik gözlüğünden ortamın görünüşü [9].

- Simüle Edilmiş Kaynak Torçları: Gerçek kaynak uygulamalarında kullanılan kaynak torçlarının birebir benzeri tarzlarda üretilmişlerdir. Bu simüle edilmiş torçlar tamamen sensörlerle donatılmışlardır [10]. Şekil 8'de kaynak simülatöründe kullanılan sensörlü torçlar verilmiştir.

Şekil 8: Sırasıyla Simüle Edilmiş MIG-MAG, Elektrik Ark ve TIG Torçları [9].

- Hareket Sensörleri ve Takip Cihazları: Kaynak torcunun; konumunu, eğimini, hızını ve aynı zamanda kullanıcının el ve vücut hareketlerini algılar. Bu algılama ile kaynakçıya gerçek bir kaynak yapıyormuş gibi titreşim ve sesler gönderir.
- Monitör: Dokunmatik özellikli bu ekran, kaynak eğitimine ilişkin tüm ayarların yapılabildiği kontrol arayüzüdür. Kaynak pozisyonları (PA, PB … VB), malzeme türü, malzeme kalınlığı, kaynak yöntemi, kaynak çekiş metotları, birleştirme türleri ve sınavla ilgili birçok parametre bu ekran üzerinden seçilip ayarlanabilir. Kullanıcıya geniş kapsamlı bir kontrol ve takip imkânı sunan gelişmiş bir dokunmatik paneldir [11]. Şekil 9'da dokunmatik ekran (monitör) verilmiştir.



Şekil 9: Dokunmatik Ekran (Monitör) [9].

- Haptik Geri Bildirim Sistemi: Gerçek kaynak tabancasının titreşim ve direnç hissini simüle eder. Kullanıcıya titreşim veya direnç hissi vererek gerçek kaynağa benzer bir deneyim oluşturur.
- Değerlendirme Yazılımı: Kullanıcının kaynak kalitesini açı, hız, mesafe, ark süresi ve dikiş düzgünlüğü gibi parametrelerle analiz eder.
- Stand İstasyonu: Simüle edilmiş ve sensörlerle donatılmış parçaların üzerinde bulunduğu bu yüzey, kaynak işleminin sanal olarak gerçekleştirildiği alandır. Yüzeye entegre edilen sensörler sayesinde kullanıcı tarafından yapılan kaynak hareketleri, torç konumu, açı, hız ve mesafe gibi tüm veriler algılanarak sisteme aktarılır. Böylece sanal kaynak işlemi gerçeğe yakın şekilde izlenir ve değerlendirilir [12].

Sistem, kaynak sırasında kullanıcının torç açısını, hızını, mesafesini ve kaynak hattı üzerindeki kararlılığını gerçek zamanlı olarak ölçer. Elde edilen veriler, yazılım tarafından analiz edilerek kullanıcıya anlık görsel ve işitsel geri bildirim sağlanır. Örneğin, torç açısı hatalıysa sistem kullanıcıyı uyarır veya dikiş düzgünlüğü bozulduğunda ekranda bir hata raporu çıkartır.
Bu yöntem, kaynakçının kas hafızasını geliştirir, hata yapma korkusunu ortadan kaldırır ve eğitim süresini kısaltır. Ayrıca, kaynak pozisyonları (örneğin tavan, dikey, yatay) sanal ortamda

kolaylıkla tekrarlanabilir, bu da özellikle gemi inşada sık kullanılan zor pozisyonlu kaynakların öğretim ve uygulamada büyük kolaylık sağlar.
Eğitim ve sanal kaynak eğitimi sonunda sistem, kaynakçısının performansını puanlayarak detaylı bir rapor oluşturur. Bu rapor, eğitmenin kaynakçının nesnel kriterlerle değerlendirmesine olanak tanır. Böylece eğitim süreci, klasik "deneme-yanılma" yönteminden çıkarak veriye dayalı bir öğrenme modeline dönüşür.

4. Ekonomik ve Teknik Kazanımlar

Sanal kaynak eğitim sistemleri, eğitimde kullanılan malzeme sarfiyatını ortadan kaldırarak önemli bir ekonomik avantaj sağlar. Elektrot, kaynak teli, koruyucu gaz ve metal plakalar kullanılmadığından, her öğrencinin onlarca uygulama yapmasına rağmen maliyet neredeyse sıfır seviyesindedir.
Bunun yanında, enerji tüketimi ve karbon salımı da ciddi oranda azalır. Bu yönüyle sanal kaynak teknolojileri, sürdürülebilir üretim ve çevre dostu mühendislik anlayışını destekler.
Teknik açıdan bakıldığında, VR tabanlı sistemler kaynakçılara tekrarlanabilir, güvenli ve ölçülebilir bir eğitim ortamı sağlar. Gerçek kaynak tezgâhlarında yaşanan duman, ısı, UV ışını gibi riskler sanal ortamda bulunmadığı için iş güvenliği seviyesi en üst düzeye çıkar.
Ayrıca bu sistemler, eğitimde fırsat eşitliğini de güçlendirir. Aynı anda birden fazla öğrenci sanal kaynak laboratuvarında eğitim görebilir, hata yaptığında malzeme ziyan olmaz ve süreç kesintisiz devam eder. Bu özellik, özellikle gemi inşa meslek yüksekokulları veya tersane içi eğitim merkezleri için büyük bir avantaj sağlamaktadır.
Görüldüğü üzere, tersanelerde kaynak simülatörlerinin kullanımı, hem maliyet açısından önemli avantajlar sağlamakta hem de deneme-yanılma korkusu olmadan sınırsız bir tekrarlama imkânı sunmaktadır. Bu sistem, aynı zamanda iş güvenliği bakımından son derece güvenli bir ortam oluşturmaktadır. Ayrıca, ilave tel, kaynak parçası, koruyucu gaz ve geleneksel kaynak makinesinde kullanılan diğer sarf malzemelerin tüketimine gerek kalmadan, uygulamalar sınırsız sayıda tekrar edilebilmektedir. Böylelikle, gemi inşa sektöründe sanal kaynak eğitiminin benimsenmesi, uzun vadede imalat kalitesini artıracak, fire oranlarını azaltacak ve üretim süresini kısaltacaktır. Bu da doğrudan işletme verimliliğini artıran bir faktördür.

5. Sonuç ve Öneriler

Gemi inşa sanayinde kaliteli kaynak uygulamaları, hem teknik hem de ekonomik açıdan belirleyici bir unsurdur. Geleneksel eğitim yöntemleri, yüksek maliyet ve uzun süre gerektirmesi nedeniyle verimlilik açısından sınırlıdır.
Sanal gerçeklik tabanlı kaynak eğitim sistemleri, bu soruna yenilikçi bir çözüm sunmaktadır. Gerçekçi simülasyonlar aracılığıyla eğitim eşitliğini açısından meslek yüksekokulundaki öğrenciler de kaynak becerilerini geliştirmekte, eğitmenler objektif performans değerlendirmeleri yapabilmekte ve eğitim kurumları kaynak sarfiyatından tasarruf etmektedir.
Öneri olarak, gemi inşa eğitimi veren kurumlarda ve tersanelerde görev alacak yeni kaynakçılar için sanal kaynak laboratuvarlarının kurulması, temel eğitim aşamasında bu teknolojilerin aktif olarak kullanılması ve belirli bir yeterlilik düzeyine ulaşan hem öğrencilerin hem de yeni başlayan kaynakçılar gerçek uygulamalara geçiş yaparak eğitimlerini sürdürmeleri, nitelikli ve yüksek kaliteli kaynakçıların yetiştirilmesine önemli katkı sağlayacaktır.
Bu yaklaşımla, hem imalat kalitesini yükseltecek hem de nitelikli iş gücü yetiştirme süresini kısaltacaktır. Uzun vadede ise, sanal kaynak teknolojileri gemi inşa sanayinin dijital dönüşümünde stratejik bir rol oynayacaktır.

Kaynakça

[1] ANIK, S., Kaynak Tekniği El Kitabı, Yöntemler Ve Donanımlar, Gedik Eğitim Vakfı Kaynak Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Muayene Enstitüsü, Gayrette-İstanbul, 14 Şubat 1991.

[2] https://malzemebilimi.net/gazalti-mig-mag-kaynagi-nedir.html, (ziyaret tarihi, 22 Kasım 2025).
[3] ANIK, S. TÜLBENTÇİ, K., Gaz Altı Kaynak Tekniği, Gedik Kaynaksan'' ,İstanbul, Pp: 12. 1991.
[4] RADVA A., vd, 2025, https://www.researchgate.net/figure/The-principle-of-MIG-welding-1-electric-arc-2-electrode-3-reel-or-drum-4-drive_fig3_384265757, (ziyaret tarihi, 23 Kasım 2025).
[5] ANIK, S., TÜLBENTÇİ, K., Örtülü Elektrot ile Ark Kaynağı" Gedik Holding Yayınları, 1990.
[6] https://silo.tips/download/oerlikon-kaynak-elektrodlari-ve-sanay-a-kullanma-klavuzu-td-400e-td-650e#google_vignette, (ziyaret tarihi, 24 Kasım 2025).
[7] https://www.denizhaber.net/turkiyenin-gemi-insa-tersaneleriyiz-haber-17773.html, (ziyaret tarihi, 25 Kasım 2025).
[8] ÖZ C., FINDIK, F., İYİBİLGİN, O., SOY U., KIYAN, Y., SERTTAŞ, S., AYAR, K., USLU, S., YAŞAR, Y., ''Sanal Kaynak Simülatörleri Tasarımı'', 2010.
[9] https://www.cokesen.com/product/cok-ks100-kaynak-simulasyon-egitim-seti/?srsltid=AfmBOoqHz9inBjjmSv055GaV51cF9J0VoElQkKWh2XUB8XpSbpKz-23, (ziyaret tarihi, 24 Kasım 2025).
[10] YAŞAR, P. , FEHİM, K., Ark Kaynakçısının Egitiminde Similatör Kullanımı, Sakarva Endüstri Meslek Lisesi ., Sakarya Üniversitesi, Teknik Egitim Fakültesi, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 1, 1998, 93-97.
[11] CEMİL, Ö., SOYDAN, S., KAYHAN. A., '' Sanal Kaynak Simülatöründe Kullanıcı Etkileşimi'', Akademik Bilişim'11 - XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri 2 - 4 Şubat 2011.
[12] MILGRAM, P., and KISHINO, A.F., Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays IEICE Transactions on Information and Systems, E77-D(12), pp. 1321-1329, 1994.

HİDROLİK KİREÇ VE KİREMİT TOZU ESASLI HORASAN HARCINDA KETEN LİFİ, KEÇİ KILI VE CAM ELYAF KATKILARININ DENEYSEL ARAŞTIRILMASI

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF FLAX FIBER, GOAT HAIR, AND GLASS FIBER ADDITIONS IN HYDRAULIC LIME AND BRICK DUST-BASED KHORASAN MORTAR

Ali İhsan ÇELİK [1],
Doç. Dr. [2]Kayseri Üniversitesi, Tomarza Mustafa Akıncıoğlu Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Kayseri, 38940, Türkiye, https://orcid.org/0000-0001-7233-7647

Leyla KADERLİ[2],
Dr. Öğr. Üyesi 1Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Kayseri, 38039, Türkiye, https://orcid.org/0000-0002-3497-6664

Abdullah YILDIZ[3]
Lisans Öğrencisi [6]Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Kayseri, 38039, Türkiye, https://orcid.org/0009-0000-7765-5513

Hanife BÜYÜKÇEKİÇ[4]
Lisans Öğrencisi [3]Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Kayseri, 38039, Türkiye, https://orcid.org/0009-0001-8142-0351

Sena KIRMIZITAŞ[5],
Lisans Öğrencisi [4]Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Kayseri, 38039, Türkiye, https://orcid.org/0009-0003-8807-1988

Reyhan Meltem DEMİRTAŞ[6,]
Lisans Öğrencisi [5]Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Kayseri, 38039, Türkiye, https://orcid.org/0009-0004-8669-1144

ÖZET

Bu deneysel çalışmada, esas bağlayıcısı kireç ($Ca(OH)_2$) olan geleneksel Horasan harçlarının mekanik ve fiziksel performansını artırmayı amaçlanmıştır. Araştırma, hidrolik kireç, kiremit tozu, mermer tozu ve kumdan oluşan referans karışıma keten lifi, keçi kılı ve cam elyafı olmak üzere farklı lif katkılarının entegre edilmesiyle yürütülmüştür. Bu amaçla, 40×40×160 mm boyutlarında prizma kalıplar kullanılarak dört ayrı numune seti hazırlanmıştır. Referans numune, 300 gr hidrolik kireç, 400 gr kiremit tozu, 300 gr mermer tozu, 600 gr dere kumu ve 400 gr su kullanılarak hazırlanmıştır. Lifler, 12 mm uzunluğunda ve toplam bağlayıcı miktarının %1'i (hacimsel) oranında 2,5 gr karışıma eklenmiştir. Taze harç özelliklerini ölçmek için yayılma testi yapılmıştır; %1 oranında keçi kılı ve cam elyafı katkılı harç için 27 cm, keten lifi katkılı harç için ise 25 cm yayılma değerlerine ulaşılmıştır. Deneysel sonuçlar, cam elyafı katkısının hem basınç dayanımında 2,86 MPa hem de eğilme dayanımında 2,45 MPa ile en yüksek artışı sağlayarak üstün mekanik performans sunduğunu göstermiştir. Bu sentetik lif, etkin çatlak köprüleme mekanizması sayesinde dayanımı iyileştirmiştir. Keçi kılı katkısı ise, su emme yüzdesini %11,80'e düşürerek referans harca göre en etkili hidrofobik etkiyi sağlamıştır. Buna karşın, keten lifi katkısı, basınç dayanımını hafifçe düşürmüş ve higroskopik yapısı

nedeniyle su emilimini referans harca göre artırarak (%15,55) diğer liflere kıyasla daha sınırlı mekanik ve fiziksel iyileşme sağlamıştır. Geliştirilen lif katkılı Horasan harcı karışımlarının hem yapısal hem de estetik açıdan özgün dokuyla bütünlük arz etmesi beklenmekte olup, bu çalışma tarihi yapıların korunmasına katkı sağlayacak yenilikçi ve sürdürülebilir bir çözüm önerisi sunmaktadır.
Anahtar Kelimler: Restorasyon harçları, Horasan harcı, Hidrolik kireç, Keçi Kılı, Mermer Tozu, Keten Lifi, Cam Elyaf

ABSTRACT

This experimental study aims to enhance the mechanical and physical performance of traditional Horasan mortars based on the primary binder, lime ($Ca(OH)_2$) . The research was conducted by integrating different fiber additions—flax fiber, goat hair, and glass fiber—into a reference mixture consisting of hydraulic lime, tile powder, marble powder, and sand. For this purpose, four separate sets of samples were prepared using 40×40×160 mm prism molds. The reference sample was prepared using 300 gr hydraulic lime, 400 gr tile powder, 300 gr marble powder, 600 gr river sand, and 400 gr water.The fibers were added to the three different fiber-reinforced mixtures at an amount of 2.5 gr, corresponding to 1% (by volume) of the total binder quantity, with a length of 12 mm. A spread test was applied to measure the fresh mortar properties, yielding spread values of 27 cm for the 1% goat hair and glass fiber mortars, and 25 cm for the flax fiber mortar.Experimental results indicate that the glass fiber addition provided the highest increase in both compressive strength 2,86 MPa and flexural strength 2.45 MPa, presenting superior mechanical performance. This synthetic fiber improved the strength through an effective crack-bridging mechanism, delaying the brittle failure of the mortar. The goat hair addition, while showing a mechanical improvement close to that of glass fiber, provided the most effective hydrophobic effect, reducing the water absorption percentage to 11.80% compared to the reference mortar. In contrast, the flax fiber addition slightly decreased the compressive strength and, due to its hygroscopic nature, increased the water absorption to 15.55% compared to the reference mortar, thus showing more limited mechanical and physical improvement compared to the other fibers.The developed fiber-reinforced Horasan mortar mixtures are expected to integrate with the original texture both structurally and aesthetically. In this respect, the study offers an innovative and sustainable solution contributing to the preservation of historical structures.
Keywords:Restoration mortars, Horasan mortar, Hydraulic lime, Goat Hair, Marble Powder, Flax Fiber, Glass Fiber

GİRİŞ

Tarihsel süreç incelendiğinde hidrolik sertleşme teknolojisinin, volkanik hammadde kaynaklarının zengin olduğu Roma ve Roma mimarisinin etkisi altındaki Akdeniz havzasında gelişim gösterdiği görülmektedir. M.Ö. 1. yüzyılda yaşayan Romalı mimar Vitruvius, kaleme aldığı eserinde Napoli ve Pompei civarındaki (Puzzuoli) toprağın hidrolik niteliğini vurgulamış; kireç ve kum karışımına 1/3 oranında öğütülmüş pişmiş toprak veya tuğla ilave edildiğinde harcın performansının artacağını belirtmiştir. Romalı mimar Vitruvius bu karışımın daha nitelikli bir harç sağladığını ifade etmekle birlikte, tuğla tozunun hidrolik mekanizmasına detaylıca değinmemiştir (Vitrivius 2021). İlerleyen dönemlerde Belidor ise, özellikle temellerde ve su yapılarında kullanılacak harçların tasarımında, kirece tuğla unu veya puzolan toprağı gibi katkı maddelerinin eklenmesinin önemine dikkat çekmiştir (Akman S., 1986).Bu tarihsel veriler, harç teknolojisindeki hidrolik özellik arayışının ve doğal/yapay puzolan kullanımının köklü bir geçmişe dayandığını ortaya koymaktadır.

Bizans, Selçuklu ve Osmanlı eserlerinde horasan harç ve betonu kullanımının oldukça yaygın olduğu bilinmektedir. Önceleri harç yapımında kullanılacak olan tuğla cinsi, harç malzemelerin karışım oranları, sertleşmenin tamamlanma süresine ilişkin babadan oğula geçen bilgiler, daha sonra şartnamelerle yasal hale getirilmiştir (Satongar, Ş. L. 1994).
Tarihi yapıların restorasyonunda, müdahalenin yapının özgün malzemesi ile fiziksel, kimyasal ve mekanik açıdan uyum sağlaması temel ilkedir. İncelemeler, tarihi yapılarda çoğunlukla kireç esaslı harçların kullanıldığını göstermektedir; dolayısıyla özgün dokuyla uyumsuz çimento esaslı malzemelerin kullanımı, yapıda geri dönüşü olmayan hasarlara yol açabilmektedir. Bu bağlamda, tarihi yapıların malzeme karakteristiğinin analizi ve bu yapılarla uyumlu, geliştirilmiş onarım harçlarının üretilmesi büyük önem arz etmektedir. Özellikle kireç ve ince öğütülmüş tuğla/kiremit tozunun karıştırılmasıyla elde edilen "Horasan harcı", hidrolik özelliği, dayanıklılığı ve su direnci sayesinde antik çağlardan beri Anadolu, Yunanistan ve İran coğrafyasında yaygın olarak kullanılmıştır (Altun ve diğ., 2018).
Saf kireç harçlarının suya karşı düşük direnci ve karbonatlaşma için havaya ihtiyaç duyması gibi olumsuz yönleri, puzolanik özellik taşıyan tuğla tozlarının ilavesiyle giderilerek harca hidrolik nitelik kazandırılmıştır (Mavi, 2000; Böke ve diğ., 2004). Horasan harcı, zamanla sertleşerek duvarla bütünleşen homojen bir yapı oluşturmakta; kemer ve tonoz gibi elemanlarda yük dağılımını iyileştirerek basınç dayanımını artırmaktadır (Kahraman, 2008). Ayrıca harcın yapısındaki makro boyutlu gözenekler ve gözenekli agregalar içinde çökelen kalsit kristalleri (Uğurlu ve Böke, 2009), malzeme içerisinde oluşan tuz kristallenmesi ve donma-çözülme döngülerine karşı iç gerilmeleri sönümleyerek dayanıklılığı artırmaktadır. Düşük yoğunluklu tuğla agregaları sayesinde hafifleyen bu harçlar, aynı zamanda yüksek çekme dayanımı da sergilemektedir (Böke ve diğ., 2004; Kahraman, 2008).
Günümüzde restorasyon uygulamalarının başarısını artırmak adına, bu geleneksel harçların mineral, kimyasal ve lif katkılarıyla güçlendirilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Harçlarda doğru bir bilimsel çalışma için farklı analizlerin yapılması, sonuçların belirlenmesi ve tam bir analitik rapor hazırlanması gerekmektedir (Gürdal, E., Altaş, G. K., & Özgünler, S. A. 2012). Literatürde, mermer tozu katkısının kireç ve çimento esaslı malzemelerin dayanıklılığını artırdığı bilinmektedir (Ali ve diğ., 1999). Bu bağlamda harçların mekanik performansını artırmada "mikro donatı" olarak işlev gören lif kullanımı tarihsel bir kökene sahiptir. Truva kazılarından (M.Ö. 2500) (Gürdal ve Acun, 2004) 19. yüzyıl İngiltere'sine (Pekmezci, 2012) kadar saman, bitkisel lif ve keçi kılı gibi malzemelerin harçlarda çatlak kontrolü ve dayanım artışı için kullanıldığı bilinmektedir (Böke ve diğ., 2004; Ekşi Akbulut, 2006). Bu çalışma, hidrolik kireç ve kiremit tozu esaslı geleneksel horasan harcında keten lifi, keçi kılı ve cam elyafı aynı deneysel düzende karşılaştırmalı olarak inceleyen ilk kapsamlı çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Literatürde genellikle tek tip lif katkıları ya da farklı bağlayıcılarla yapılan çalışmalar bulunmakla birlikte, çalışmanın özgünlüğü bilime, mimari restorasyon çalışmalarına ve tarihsel mirasa önemli katkılar yapacaktır. Bu özgün yaklaşım, geleneksel harçların mekanik ve dayanıklılık özelliklerini lif tipine göre detaylı olarak ortaya koyarak bilime, mimari restorasyon çalışmalarına ve tarihsel mirasın korunmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Horasan Harcı Kiremit Tozu harcın dayanıklılığını artırarak antik yapılarda mukavemeti sağladığı bilinmektedir. Kum, yapıya hacim kazandıran ve dayanıklılığı sağlayan temel agregadır. Su ise harç malzemelerinin karıştırılmasında gereken akışkanlığı sağlar. Mermer tozu, basınç ve eğilme mukavemetlerini arttırmasını sağlar.
Deneysel çalışmada kullanılan öğütülmüş hidrolik kirecin ana bileşeni, Kalsiyum oksit (CaO)'tur. Ancak hidrolik özelliklerini kazanabilmesi için yapısında diğer bazı elementler ve oksitler de bulunur. Bunlar Kalsiyum oksit (CaO), Kalsiyum hidroksit ($Ca(OH)_2$), Silis (SiO_2),

Alümina (Al_2O_3), Demir oksit (Fe_2O_3) ve Magnezyum oksit (MgO) formunda bulunur (Özer, N., Acun Özgünler, S., & Özdamar, 2023). Bu elementler, hidrolik kirece su altında da sertleşme ve dayanıklılık kazandıran bileşiklerin oluşmasını sağlar.
Kiremit tozu, pişmiş kiremitlerin mekanik öğütülmesiyle elde edilen ince ve granüle formda bir malzemedir. Genellikle muskovitik ve lateritli killer kullanılarak üretilen kiremitler; mukavemet, termal özellikler ve tane boyut dağılımının düzenlenmesinin sonucu olarak sızdırmazlık dayanımları gibi fiziksel özelliklerinin de geliştirilmesi ile teknik detayların da göz önünde bulundurularak üretilen bir malzeme haline gelmiştir. Kiremitler, doğal killerden oluşturulduğundan insan sağlığını etkileyecek herhangi bir yabancı madde içermediği gibi dış etkenlerin etkisi altında kalmalarına rağmen (hava şartlarındaki değişiklikler gibi) uzun yıllar dayanıklı tüketim malzemesi haline gelmişlerdir. Kiremit üretiminde kullanılan killerin diğer seramik malzemelerin üretimlerinde kullanılan killerden farkı yüksek demir, silis ve karbonat içeriğine sahip olmalarıdır. Bu tip killer montmorillonit, kaolinit, kuvars, klorit ve illit gibi mineralleri içerir (Daday. M. & Kara. A. 2017, Demirbilek F. 2007). Kiremit tozu, doğal bir malzeme olarak, çevre dostu özellikleri ve çeşitli uygulama alanlarıyla dikkat çekmektedir. Yenilikçi ve sürdürülebilir inşaat ve mimari uygulamalarında kiremit tozunun kullanımı, ekonomik ve ekolojik açıdan fayda sağlamaktadır. Bu nedenle, kiremit tozunun araştırılması ve kullanımı, çevre dostu inşaat malzemesi olarak uygulamalar açısından önemlidir.

Mermer tozu, mermerin kesimi ve işlenmesi aşamalarında ortaya çıkan, ana bileşeni kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) olan ince, beyaz renkli bir yan üründür (atık malzemedir) ve aynı zamanda Kalsit (kireç taşı) olarak da adlandırılır. Bu malzeme, yüksek beyazlığı, doğal bir ($CaCO_3$) kaynağı olması ve farklı boyutlara öğütülebilmesi gibi temel özelliklere sahiptir. (R. T. Erdem ve A. U. Öztürk, 2012). Mermer tozu, sıvıları geçirmeyen yapısı sayesinde seramik imalatında, ayrıca boya, plastik ve kauçuk gibi sanayilerde yoğun bir dolgu katkı maddesi olarak değerlendirilir. İnşaat alanında ise çimento, harç ve sıva karışımlarına eklenerek malzemenin dayanımına katkı sağlar ve yüzeylerin daha düzgün (pürüzsüz) bir görünüme kavuşmasına olanak tanır.
Tablo 1'de özellikleri görülen keten lifleri güçlü ve esnek yapılarıyla dikkat çeker. Uzama oranı düşüktür ve özellikleri, büyüme koşulları, moleküler yapı ve uygulanan çürütme işlemleri gibi faktörlere bağlıdır (Pickering 2008). Dayanıklılığı ve çevresel sürdürülebilirliği (düşük su tüketimi ve biyolojik olarak çözünürlüğü sayesinde) onu tekstil ve ileri kompozitler gibi diğer sanayi alanlarında vazgeçilmez bir malzeme haline getirmiştir (Bhattacharyya 2015).

Tablo 1 Keten Lifi Özellikleri (Rohit K, Dixit S ,2016)

Kimyasal Bileşim, %	**Kimyasal Özellikler**	**Fiziksel Özellikler**
Selüloz-%65-70	Selüloz- %85	Yoğunluk- 1,4 gm/cc
Pektin Maddesi-%20-25	Hemi Selüloz- %9	Standart Nem Geri Kazanımı - %10 ila %12
Odunsu ve Kütiküler dokular-%4,5	Lignen-%4	Sap çapı – 2 ila 3 mm
Kül-1%	Kül-%1	Dayanıklılık - 6 ila 8,5 gr/den
-	-	Uzama Islak-1,8% Kuru-2.2%

Tablo 2'de özellikleri gösterilen cam elyaf yüksek sıcaklık dayanımı: Doğal olarak ateşe dayanıklıdır ve yanıcı değildir bununla birlikte sıcağa veya soğuğa karşı etkilenmez ve yüksek sıcaklıklara dayanabilme yeteneğine sahiptir (Bal, B., & Özyurt, H. 2015). Ayrıca, elastikiyet ve şok direnci gösterir (Yılmaz, M. G. 2006). Bu özelliklerin birleşimi, cam elyafını yalnızca

bir izolasyon malzemesi değil, aynı zamanda yüksek mekanik zorlanmalara ve termal şoklara dayanması gereken kompozit yapılar için ideal bir takviye bileşeni haline getirir.

Tablo 2 Cam elyaf özellikleri (M.M. Harussani ve diğ. 2022)

Bileşen (Kimyasal Formül)	**Kimyasal Adı**	**Ağırlıkça Oranı (%)**
SiO2	Silisyum Dioksit (Silika)	52−56
Al2O3	Alüminyum Oksit	12−16
CaO	Kalsiyum Oksit (Kireç)	16−25
B2O3	Bor Oksit	5−10
MgO	Magnezyum Oksit	0−5
Na2O + K2O	Alkali Oksitler (Sodyum+Potasyum)	0−2 (Çok Düşük)
Fe2O3	Demir Oksit	0−0.4
ZrO2	Zirkonyum Dioksit	-
TiO2	Titanyum Dioksit	0−0.8

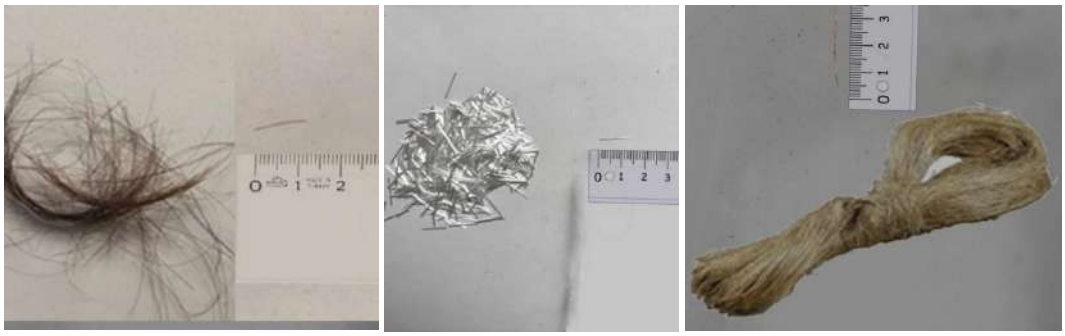
Tablo 3'de teknik özellikleri gösterilen keçi kılı, sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikler sayesinde Horasan harcının dayanımını ve sürekliliğini artıran etkili bir doğal takviye malzemesidir. Deneyde kullanılan 12 mm uzunluğundaki ince lif yapısı, harç içinde homojen bir şekilde dağılarak mikro çatlakların ilerlemesini önler. Fiziksel açıdan, düşük yoğunluğu harca ek yük getirmezken, yüksek çekme dayanımı ve elastisite modülü malzemenin sünekliğini ve çatlak direncini önemli ölçüde artırır. Kimyasal özelliklerine bakıldığında, lifin yüksek selüloz oranı (%80–94) kireç ve kiremit tozu ile güçlü bir bağ oluşturur. Ayrıca, nem emme özelliği ise hidratasyon sürecini dengeleyerek harcın dayanıklılığını destekler. Bu özelliklerin tümü birleştiğinde, keçi kılı katkısı Horasan harcına esneklik, çatlak kontrolü ve uzun ömür kazandırarak hem mekanik hem de fiziksel performansını belirgin biçimde iyileştirir (Jayaseelan ve diğ., 2017).

Tablo 3 Keçi kılı teknik özellikleri (Şimşek, N., & Kılıç, İ. 2021)

Özellik	**Birim**	**Değer**
Uzunluk	(mm)	19
Çap	(mm)	0.003
İncelik	(-)	6333
Lif sayısı	(per 1 kg) (x 10^3)	7,445,845
Toplam uzunluk	(m/kg) (x103)	141,471
Toplan lenf nodu (40 x 40 x 160 mm)	(m)	65,076.7
Yoğunluk	(g/cm^3)	1,5-1,6
Elastikiyet katsayısı	(GPa)	5,5-12,6
Çekme direnci	(MPa)	287-800
Uzama	(%)	3-10
Selülöz	(%)	80-94
Hemiselülöz	(%)	-
Lignin	(%)	-
Doğal nem	(%)	0
24 saat sonra nem soğurumu	(%)	25-50

Horasan harcında kullanılan keçi kılı, cam elyaf, keten lifinin teknik özellikleri şekil 1' de gösterilmiştir. Keçi kılı, geleneksel uygulamalarda kullanılan doğal bir lif örneğini temsil ederken; keten lifi, bitkisel bir doğal lif alternatifi sunmaktadır. Cam elyafı ise, yüksek

mukavemeti ve harca sağladığı yapısal takviye potansiyeli nedeniyle, sentetik liflerin performansını incelemek üzere çalışmaya dahil edilmiştir.



a) b) c)

Şekil 1. a) Keçi kılı b) Cam elyaf c) Keten lifi

DENEYSEL METOD

Geleneksel Horasan harçlarının bileşenleri olan hidrolik kireç, kiremit tozu ve mermer tozu gibi puzolanik katkı maddeleri, mimari restorasyon projeleri için vazgeçilmez malzemelerdir. Bu harçların olumlu yönleri arasında yüksek dayanıklılık ve gelişmiş bağlayıcılık kapasitesi öne çıkmaktadır. Puzolanik katkılar, hidrolik kireç ile reaksiyona girerek harcın mekanik direncini artırırken, yapışma performansını maksimize eder; bu da tarihi dokuyla uzun ömürlü ve uyumlu bir entegrasyon sağlar.

Bu teknik üstünlüklerin yanı sıra, Horasan harcına çevre dostu bir alternatif sunar. Çimento bazlı harçlara kıyasla genellikle daha düşük karbon ayak izine sahip olmaları, sürdürülebilir koruma yaklaşımları için kritik bir özelliğe sahiptir. Ayrıca, ekonomiklik açısından bakıldığında, kiremit, kum veya mermer gibi yerel ve doğal malzemelerle hazırlanabilmesi, proje maliyetlerini düşürme potansiyeli taşır. En önemlisi, bu malzemelerin kullanılması harcı özgün kılmakta, tarihi yapıların aslına uygun malzeme seçimi ilkesine hizmet ederek kültürel mirasın bütünlüğünün korunmasında hayati bir rol oynamaktadır. Literatürdeki genel verilere uygun olarak düzenlenen malzeme oranlarına sahip bu karışımların tüm özellikleri hem pratik dayanıklılık testleri hem de yapısal analizleri detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir (Maria A. Stefanidou. 2018, Jan Elsen ve diğ. 2018, Martínez Jiménez J. Ve diğ., 2024).

Tablo 4'deki Farklı katkı maddeleri ile hazırlanmış 4 farklı Horasan harç karışımları yer almaktadır. Horasan harcında her numunede keçi kılı, keten lifi ve cam elyaf ayrı ayrı, aynı oranlarda kullanılmış ve farklı numuneler elde edilmiştir.

Tablo 4. Horasan harcı deney tasarım tablosu

Numune No	Hidrolik Kireç gr.	Kum gr.	Kiremit tozu gr.	Mermer tozu gr	Su gr.	Keçi Kılı oranı (12mm)	Keten Lifi oranı (12mm)	Cam Elyaf oranı (12mm)
1	300	300	400	300	400	-	-	-
2	300	300	400	300	400	%1	-	-
3	300	300	400	300	400	-	%1	-
4	300	300	400	300	400	-	-	%1

Üretilen horasan harcı numuneleri kullanılan malzemeler horasan harcı, keten lifi , keçi kılı , cam elyaf şekil 2 de gösterilmiştir.

Şekil 2. Lif katkılı horasan harcı üretiminden görsel

Harç üretimi, tüm kuru bileşenlerin homojen bir şekilde şekil 3 de gösterildiği gibi harmanlanmasıyla başlamış ve karışıma kademeli olarak su ilave edilerek harç oluşturulmuştur. Su oranı, hedeflenen işlenebilirlik kıvamına göre optimize edilerek homojen bir harç yapısı elde edilene kadar karıştırma işlemine devam edilmiştir.

Şekil 3. Numunelerin karıştırılma aşaması

Üretim sırasına taze Horasan harcının yayılma testi Şekil 4 de gösterilmektedir. Harç yayılma test sonuçları kabul edilebilir seviyededir ve işlenebilirlik uygun görülmüştür.

Şekil 4. Horasan harcının yayılma testi

Hazırlanan karışımın kalıplara boşluksuz yerleşmesini sağlamak amacıyla, numuneler sarsma tablasında üç kademeli titretme işlemine tabi tutulmuştur. Kalıplama sonrasında numuneler, nihai dayanımlarını kazanmaları ve prizlerini tamamlamaları için 28 günlük kür sürecine alınmıştır. Bu süreçte, hızlı su kaybına bağlı rötre çatlaklarının oluşumunu engellemek adına kür koşulları kontrollü bir ortamda sağlanmıştır.
Hazırlanan Horasan harcı karışımları ve kalıplanan numunelerin görselleri Şekil 5'te sunulmuştur. Üretilen harcın yaklaşık 45 dakika içerisinde ilk prizini aldığı gözlemlenmiştir. Bir haftalık ortam kürü uygulamasının ardından kalıptan alınan numuneler, gerekli sertleşmeyi tamamlayarak test edilebilir duruma gelmiştir.

Şekil 5. Numunelerin kalıplanma aşaması

Harcın mekanik parametresi için şekil 6b)'de gösterilen olan basınç dayanımı, standart boyutlardaki silindir veya küp numuneler üzerinde, TS EN 12390-3 standardına göre belirlenmiştir. Bu deneyde, harç numunesine, üniversal deney makinesi yardımıyla sabit bir

yükleme hızında eksenel yük altında uygulanmıştır. Şekil 6a' da gösterilen Eğilme Deneyi (TS EN 12390-5) harcın eğilmede çekme dayanımı (flexural strength), özellikle eğilme gerilmelerine maruz kalan uygulamalar için hayati öneme sahiptir. TS EN 12390-5 standardına uygun olarak yapılan bu testte numuneler, iki destek üzerine yerleştirilerek orta açıklıkta tek noktadan yükleme yapılarak gerçekleştirilmiştir. Bu testlerin yapılması yalnızca tekil sonuçlar elde etmek için değil, hidrolik kireç ve kiremit tozu esaslı Horasan harcının keçi kılı, cam elyaf ve keten lifi katkısı ile birlikte nasıl davrandığını bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmek açısından büyük önem taşımaktadır. Böylelikle, tarihî yapılarda sıkça kullanılan geleneksel lif katkılı harçların modern koruma uygulamalarında güvenle kullanılabilmesi için bilimsel veriler sağlanmakta, uygun lif oranlarının belirlenmesi, malzemenin dayanıklılığının artırılması ve restorasyon malzemesi olarak performansının optimize edilmesi mümkün hale gelmektedir.

a) b)

Şekil 6. a)Eğilme deneyi b)Basınç deneyi

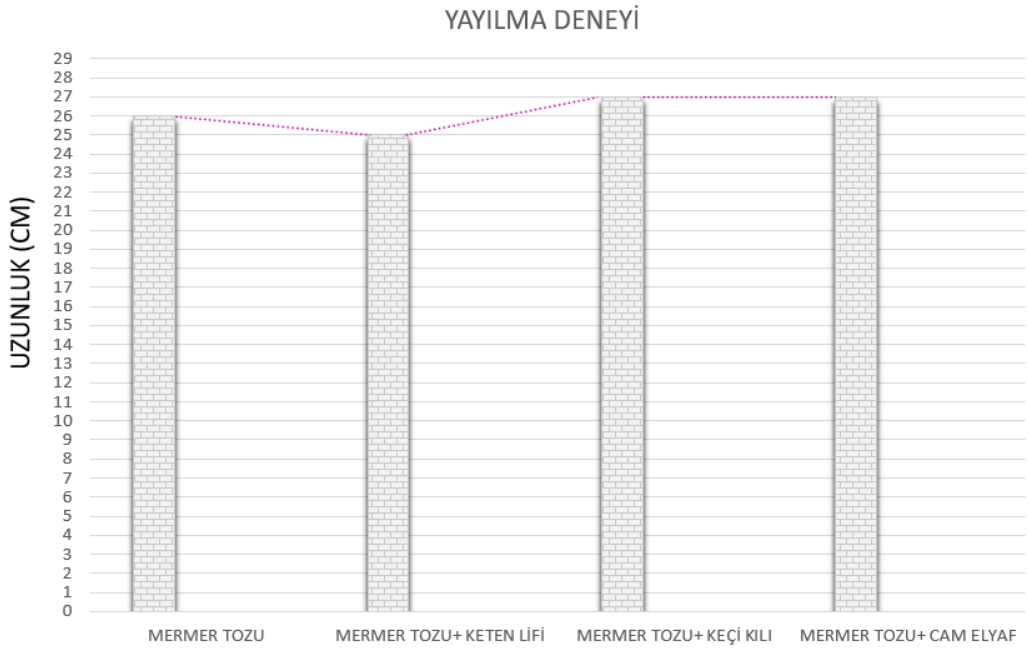
Cam elyafı katkılı numunelerde, kırık yüzeylerde liflerin çatlakları başarıyla köprülediği ve kırılmanın ardından dahi harca tutunarak nihai dayanımı artırdığı görülmüştür. Keçi kılı içeren numunelerde, liflerin harç ile bütünleştiği ve kırılma yüzeyinde enerji sönümleyici bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Keten lifli numunelerde ise, yüksek mekanik dirençten ziyade sadece büzülme çatlaklarını kontrol etmede rol oynadığı gözlemlenmiştir.
Şekil 7 de horasan harcında yapılan numunlerin deneyler sırasında oluşan Şekil 7a) referans numune, 7b) keten lifi, 7c) keçi kılı, 7d) cam elyaf deneylerinin görselleri yer almaktadır.

a) b) c) d)

Şekil 7. Eğilme deneyi ve basınç deneyi sonrasında numunelerin görünümü

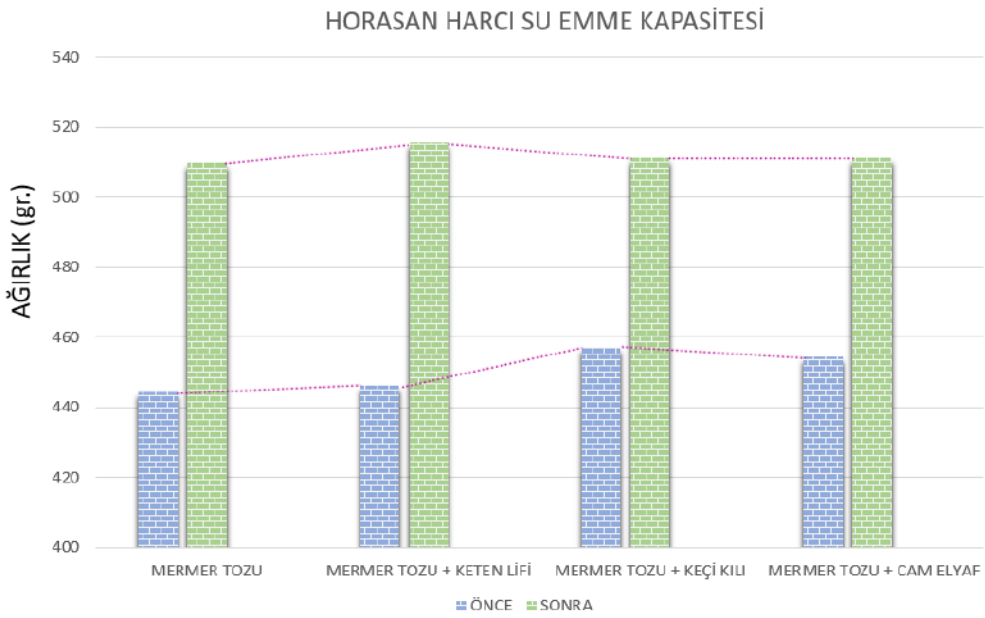
BULGULAR

Üretim sırasında taze Horasan Harcına yayılma testi uygulanmıştır. Yayılma testi, genel olarak beton ve harç gibi taze yapı malzemelerinin işlenebilirliğini ve akışkanlık düzeyini belirlemek



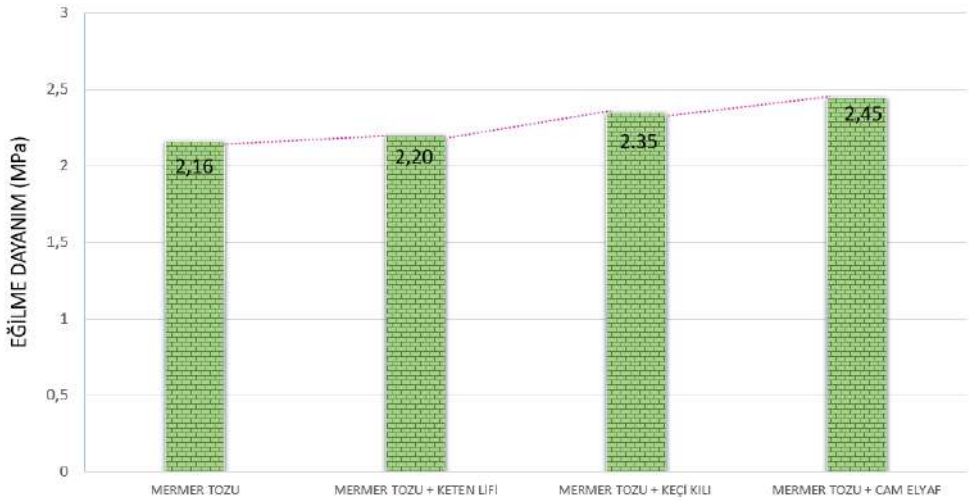
Şekil 8. Yayılma test ve sonuç grafiği

Numuneler üzerinde yapılan su emme testleri sonucunda elde edilen değerler grafik üzerinde karşılaştırmalı olarak Şekil 9'te gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde referans harç (Mermer Tozu), suya doygunlukta %14,62'lik bir su emme yüzdesi sergilemiş, bu da harcın doğal yüksek gözenekliliğini teyit etmiştir. Lif katkılarının performansı referans harçtan farklılaşmıştır: Keten lifi ilavesi, su emilimini referans harca göre hafifçe artırarak %15,55 değerine yükselmiştir. Bu artış (%0,93) doğal keten liflerinin kendi bünyelerine su çekme eğilimi veya harç içinde oluşturduğu ekstra mikro boşluklarla ilişkilendirilebilir. Buna karşın, keçi kılı katkısı, harcın su emme yüzdesini referans değere göre yaklaşık %2,82 oranında azaltarak %11,80 ile incelenen en düşük su emme kapasitesine sahip numune olmuştur. Bu belirgin düşüş, keçi kılının hidrofobik (su itici) özelliklerinden ve/veya liflerin harç içindeki kılcal boşlukları doldurarak su hareketini engellemesinden kaynaklanmaktadır. Cam elyafı katkısı da suya karşı inert (tepkisiz) yapısı sayesinde su emilimini referans harca göre %1,62 oranında azaltarak %13,00 değerini almıştır. Elde edilen veriler, keçi kılı ve cam elyafı takviyelerinin, Horasan harcının neme karşı direncini artırma ve gözenek yapısını optimize etme potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Bu özellikler, tarihi yapıların dış cephe restorasyonlarında harcın donma-çözünme döngülerine ve nem kaynaklı bozulmalara karşı dayanıklılığını artırması açısından kritik öneme sahiptir.



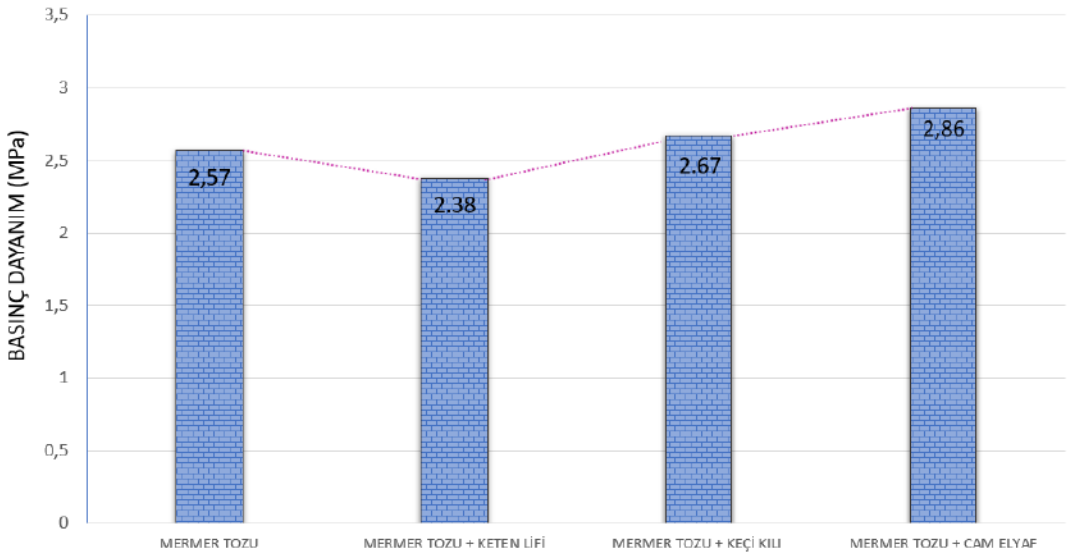
Şekil 9.Su emme kapasitesi grafiği

Şekil 10'da sunulan Horasan harcı numunelerinin eğilme dayanımı test sonuçları, mermer tozu esaslı referans Horasan harcına uygulanan farklı lif katkılarının eğilme dayanımı üzerindeki pozitif etkisini açıkça göstermektedir. Lif içermeyen referans harç, 2,16 MPa eğilme dayanımına sahipken, incelenen tüm lif türleri harcın çekme gerilmelerine karşı direncini artırmıştır. Keten lifi katkısı, dayanımı 2,20 MPa'ya çıkararak minimal bir iyileşme sağlamış, ancak keçi kılı katkısı bu performansı daha da yükselterek 2,35 MPa değerine ulaştırmıştır. En dikkate değer artış ise cam elyafı katkısıyla gözlemlenmiş olup, eğilme dayanımı 2,45 MPa'ya ulaşmıştır. Bu sonuçlar, liflerin harç matrisi içinde çatlak ilerlemesini köprüleme (crack-bridging) mekanizmasıyla geciktirdiğini, böylece malzemenin tokluğunu ve sünekliğini artırarak eğilme altındaki nihai direncini maksimize ettiğini doğrulamaktadır.



Şekil 10. Eğilme dayanım grafiği

Şekil 11'de gösterilen basınç dayanımı test sonuçları, farklı lif katkılarının Horasan harcı mermer tozu esaslı referans Horasan harcının mekanik davranışının, farklı lif katkılarıyla (keten lifi, keçi kılı ve cam elyafı) modifiye edilmesinin sonuçlarını açıkça ortaya koymaktadır. Referans harç (Mermer Tozu), 2,57 MPa basınç dayanımına sahipken, lif katkılarının etkisi değişkenlik göstermiştir. Keten lifi katkısı, harcın basınç dayanımını 2,38 MPa ile referans değere göre hafifçe düşürürken, bu durum liflerin içinde homojen olmayan dağılımı veya lif-matris arayüzeyindeki zayıf bağlanmadan kaynaklanan olası gerilim yoğunlaşmalarına bağlanabilir. Buna karşın, keçi kılı ve cam elyafı katkıları referans harca kıyasla dayanımı artırıcı bir etki göstermiştir. Keçi kılı ilavesiyle basınç dayanımı 2,67 MPa'ya yükselirken, cam elyafı katkısı ile 2,86 MPa'ya ulaşarak incelenen numuneler arasında en yüksek mekanik performansı sergilemiştir.
Bu bulgular, özellikle cam elyafının, yüksek mukavemet ve etkin çatlak köprüleme mekanizması sayesinde harcın gevrek kırılmasını geciktirerek, nihai basınç dayanımını kayda değer ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir. Sonuç olarak, cam elyafı ve keçi kılı katkılarının, tarihi yapı restorasyonlarında kullanılacak Horasan harçlarının mekanik stabilitesini ve dayanıklılığını artırmak için potansiyel taşıdığı göstermektedir .



Şekil 11. Basınç dayanım grafiği

SONUÇ

Bu çalışmada, tarihi yapıların restorasyonunda ve modern sürdürülebilir mimaride kullanılmak üzere; hidrolik kireç, kiremit tozu, mermer tozu ve kum esaslı, özgün dokuyla uyumlu yeni bir Horasan harcı formülasyonunun geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda Horasan harcına sırasıyla keten lifi, keçi kılı, ve cam elyaf eklenerek katkı maddelerinin harcın fizikomekanik performansı üzerindeki etkileri dört farklı deney grubu üzerinden analiz edilmiştir.

Analiz edilen bulgular şu şekildedir:

1. Yayılma testi

Taze harç özelliklerini ölçmek için yayılma testi uygulanmış; %1 oranında keçi kılı ve cam elyafı

katkılı harç için 27 cm, keten lifi katkılı harç için ise 25 cm yayılma değerlerine ulaşılmıştır.

2. Basınç ve Eğilme Dayanımı Performansı

Mekanik dayanım testleri, lif katkılarının mermer tozu esaslı Horasan harcının taşıma kapasitesi üzerindeki etkisinin altını çizmektedir. Cam elyafı katkısı, hem basınç dayanımında (2,86 MPa) hem de eğilme dayanımında (2,45 MPa) referans harca kıyasla en üstün performansı sergilemiştir. Basınç dayanımındaki bu %11,3'lük (2,57 MPa'dan 2,86 MPa'ya) ve eğilme dayanımındaki %13,4'lük (2,16 MPa'dan 2,45 MPa'ya) iyileşme, sentetik liflerin harç içinde etkili gerilme dağılımı ve çatlak köprüleme (crack-bridging) yeteneklerini kanıtlamaktadır. Keçi kılı da her iki dayanım türünde referans harcın performansını geçerken, keten lifi basınç dayanımını hafifçe düşürmüştür.

3. Su Emme Davranışının Değişimi

Harç numunelerinin su emme kapasitesi analizleri, lif katkılarının porozite yapısını farklı yönlerde etkilediğini ortaya koymuştur. Keçi kılı katkısı, su emme yüzdesini referans harcın %14,62 değerinden %11,80'e düşürerek en etkili hidrofobik etkiyi sağlamıştır. Bu, keçi kılının su itici özellikleri veya harç içindeki kılcal boşlukları başarıyla doldurarak suyun ilerlemesini engellemesinden kaynaklanmaktadır. Cam elyafı katkısı da su emilimini %13,00'e düşürerek olumlu bir etki yaratırken, keten lifi katkısı (%15,55), doğal lifin higroskopik (nem çekme) yapısı nedeniyle su emilimini referans harca göre artırmıştır.

Sonuç olarak, optimize edilen bağlayıcı oranları ve özelleştirilmiş katkı maddeleriyle üretilen bu yeni nesil Horasan harçları; hem tarihi yapıların onarımında ihtiyaç duyulan fiziksel ve mekanik uyumu sağlamakta hem de endüstriyel ölçekte üretilebilir standart bir nitelik taşımaktadır. Yerli hammaddelere dayalı, düşük karbonlu ve çevre dostu bu formülasyonların, hazır harç sektörüne kazandırılarak restorasyon uygulamalarında güvenilir ve sürdürülebilir bir malzeme alternatifi oluşturması hedeflenmektedir.

Yazma Sürecinde Üretken Yapay Zeka ve Yapay Zeka Destekli Teknolojilerin Beyanı

Bu çalışmanın hazırlanması sırasında yazarlar, okunabilirlik, dil bilgisi, yazım ve metnin üslubu gibi yazımın birçok önemli yönünü iyileştirmek için Chat GPT ve Gemini kullanmışlardır. Bu aracı kullandıktan sonra yazarlar, içeriği gerektiği gibi gözden geçirip düzenlemiş ve yayının içeriğinin tüm sorumluluğunu üstlenmişlerdir.

KAYNAKÇA

Akman, S., Güner, A., & Aksoy, İ. H. (1986). Horasan harcı ve betonunun tarihi ve teknik özellikleri. II. Uluslararası Türk-İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi, İstanbul,(28 Nisan-2 Mayıs 1986).

Ali, M.M., Agarwal, S.K., Solankey, A.K., Handoo, S.K. (1999), High – Performance, marble-like plaster coatings, National Council for Cement and Building Materials.

Altaş, G. K., Özgünler, S. A., & Güldal, E. (2012). İstanbul'daki Roma Dönemi Saray Yapılarındaki Horasan Harçlarının İncelenmesi.

Altun, M. G., Özen, S., & Mardani-aghabaglou, A. (2018). Polipropilen lif kullanımının doğal hidrolik kireçli harçların kuruma büzülmesine etkisi. Sakarya University Journal of Science, 22(2), 427-435.

Bal, B., & Özyurt, H. (2015). Cam elyaf dokuma ile güçlendirilmiş tabakalı kaplama kerestenin bazı teknolojik özellikleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18(1), 9-16.
Bhattacharyya, D., Subasinghe, A. ve Kim, N. K. (2015) . "Natural Fibers: Their Composites and Flammability Characterizations", Multifunctionality of Polymer Composites, 1 (1), 102-143.
Böke, H., Akkurt, S. ve İpekoğlu, B. (2004). Tarihi Yapılarda Kullanılan Horasan Harcı ve Sıvalarının Özellikleri. Yapı Dergisi 269 (s. 90-95), Nisan.
Daday. M. & Kara. A. (2017). Development Of Using Local Raw Materials Deposits İn Eskisehir Region. Turkey. J. Aust Ceram Soc 53, 591–597.
Demirbilek F. (2007). Kaolinitik ve illitik seramik killerinin farklı sıcaklıklarda mineralojik yapılarının. plastikliklerinin ve fiziksel özelliklerinin değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı.
Duman, O., & Tunç, S. (2008). Electrokinetic Properties Of Vermiculite And Expanded Vermiculite: Effects Of Ph, Clay Concentration and Mono and Multivalent Electrolytes. Separation Science and Technology, 0149, 3755-3776. https://doi.org/10.1080/01496390802219109.
Ekşi Akbulut, D. (2006). Tarihi Yapıların Onarımında Kullanılacak Harçların Seçimine Yönelik Bir Öneri. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Gandhi, P. R., Jayaseelan, C., Mary, R. R., Mathivanan, D., & Suseem, S. R. (2017). Acaricidal, Pediculicidal and Larvicidal Activity Of Synthesized Zno Nanoparticles Using Momordica Charantia Leaf Extract Against Blood Feeding Parasites. *Experimental Parasitology*, *181*, 47-56.
Gürdal, E., Altaş, G. K., & Özgünler, S. A. (2012). İstanbul'da Bulunan Erken Bizans Dönemi Dini Yapılarında Kullanılan Horasan Harçlarının Özelliklerinin İncelenmesi. Vakıf Restorasyon Yıllığı, 2.
Gürdal, E. ve Acun, S. (2004). Mineral Esaslı Sıvalarda Polipropilen Lif Katkısının Fiziksel ve Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi. 2.Ulusal Yapı 81 malzemesi Kongre ve Sergisi, TMMOB Mimarlar Odası Büyükkent Şubesi, İstanbul.
Kahraman, G. (2008). Erken Bizans Dönemi Horasan Harçlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Kayabaşi, R., Çelik, A. İ., Uzer, A. U., Tunç, U., & Şener, A. (2025). Effect Of Expanded Vermiculite And Binder Ratios On Fire Resistance And Mechanical Properties Of Sustainable Lightweight Geopolymer Concretes. Powder Technology, 121729.
Marcos, C., & Rodriguez, I. (2011). Expansibility of Vermiculites İrradiated Applied Clay Science, With Microwaves. 51(1-2), https://doi.org/10.1016/j.clay.2010.10.019 .
Mavi, Ö. (2000). Kireç Harç ve Sıvaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İyileştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Pekmezci, I. P. (2012). Çukurova Bölgesindeki (Kilikya) Bazı Tarihi Yapılarda Kullanılan Harçların Karakterizasyonu ve Onarım Harçları İçin Öneriler.
Pickering, K. L. (2008). Properties And Performance Of Natural-Fibre Composites, Sawston, Birleşik Krallık: Woodhead Publishing.
Martínez Jiménez J, Padilla Fernández JJ, Sánchez López EH (2024). An Experiment Measuring Water Consumption in Roman Hydrophobic Mortar (opus signinum). European Journal of Archaeology. 2024;27(4):488-506. doi:10.1017/eaa.2024.20.
Harussani M.M., Sapuan S.M., Nadeem G., Rafin T., Kirubaanand W. (2022). A Review Recent Applications Of Carbon-Based Composites İn Defence İndustry (Pages 1281-1300).

Özer, N., Acun Özgünler, S., & Özdamar (2023). Türkiye Biyomikritik Kireçtaşının Doğal

Hidrolik Bağlayıcı Üretiminde Ham Madde Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 39(1), 577-592. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.1179147 .

Pusat, S. E. (2002). Tarihi Yapıların Onarımında Kullanılacak Harç Üretimi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Rohit K, Dixit S. (2016). Bir İnceleme- Doğal Elyaf Takviyeli Kompozitlerin Gelecekteki Yönü. Yenilenebilir Kaynaklardan Polimerler. 2016;7(2):43-59. doi: 10.1177/204124791600700202 .

R. T. Erdem and A. U. Öztürk, 2012 "Mermer Tozu Katkısının Çimento Harcı Donma-çözünme Özellikleri Üzerine Etkisi", *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, vol. 1, no. 2, pp. 85–91,.

Satongar, Ş. L. (1994). "İstanbul şehir surları horasan harçları üzerine bir araştırma".

Strand, P.R., (1983). Vermiculite, Industrial Minerals And Rocks, AIME, 1375-81.

Şimşek, N. (2021). Kenevir lifi, keçi kılı ve polipropilen elyaf katkılı horasan harcının özelliklerinin araştırılması (Master's thesis, Kırklareli Üniversitesi).

https://www.tse.org.tr/ TS EN 12390-3

Uğurlu, E. ve Böke, H. (2009). Osmanlı Dönemi Yapılarında Kullanılan Horasan Sıvalarının Özellikleri. Kâgir Yapılarda Koruma ve Onarım Semineri, KUDEB (s. 135-142). İstanbul, Eylül.

Yılmaz, M. G. (2006). Cam Elyaf Katkılı Doymamış Polyester Malzemelerde Mineral Katkıların Mekanik ve Tribolojik Özellikleri (Master's Thesis, Sakarya Universitesi (Turkey).

KRONİK BOYUN AĞRISI OLAN VE OLMAYAN BİREYLERDE DURUŞ, EKLEM HAREKETİ VE PROPRİYOSEPSİYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF POSTURE, JOINT MOVEMENT AND PROPRIOCEPTION IN INDIVIDUALS WITH AND WITHOUT CHRONIC NECK PAIN

Ali KARAAĞAÇ
Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Podoloji Programı
Rahmiye Nur AKTAN YILMAZ
Öğr. Gör., İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Odyometri Programı
Başak GÖKSEL KARAAĞAÇ
Öğr. Gör., İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Radyoterapi Programı

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, kronik boyun ağrısı (KBA) olan katılımcılarda postür, servikal eklem hareketi ve servikal propriosepsiyon değerlendirilerek sağlıklı bireylerle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Yöntemler: İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu'nda akademisyen olarak çalışan 40 KBA'lı birey ve 40 asemptomatik birey araştırmaya dahil edilmiştir. Ağrı şiddeti Görsel Analog Skala ile, servikal hareket açıklığı (ROM) dijital gonyometre ile, propriosepsiyon hissi hedef açı testi ve baş pozisyonlama testi ile, postür New York Postür Analiz Yöntemi (NYPAM) ile, kas kısalığı standart mezura ile ve boyun özürlülük durumu boyun özürlülük göstergesi ile değerlendirilmiştir.

Sonuçlar: KBA grubunun gece, aktivite sırasında ve istirahatteki ağrı şiddeti asemptomatik gruba göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). KBA grubunun servikal ROM değerlerinin tüm yönlerde kontrol grubuna göre daha düşük olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Pektoralis minör kas kısalığı açısından iki grup arasında fark saptanmadı ($p>0,05$). NYPAM skoru KBA grubunda kontrol grubuna göre daha düşüktü ($p<0,05$). BÖG anket skorlarının KBA grubunda kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$). Tüm testlerde KBA grubunun eklem pozisyon hissi (EPH) hata değerlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$). KBA grubunda ağrı şiddeti ile EPH hata miktarı arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0,05$).

Sonuç: Veriler KBA grubunda servikal ROM'un azaldığını göstermektedir. KBA grubunda postür değişiklikleri olduğu belirlendi. Ayrıca KBA grubunda servikal bölgede propriosepsiyon hissinde azalma olduğu belirlendi. Ancak KBA ile servikal propriosepsiyon hissi arasında bir ilişki saptanmadı. Ağrının doğası gereği karmaşık bir his olduğunu, boyun propriosepsiyonuyla doğrudan ilişkili olmayabileceğini ve belirli boyun ağrısı grupları üzerinde yapılan araştırmalarla daha net sonuçlar elde edilebileceğini düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: Kronik Boyun Ağrısı, Duruş, Propriosepsiyon.

ABSTRACT

Objectives: This study aimed evaluate posture, cervical joint movement and cervical proprioception in participants with chronic neck pain (CNP) and compare them with healthy individuals.

Methods: Forty individuals with CNP who were academicians at Istanbul Gelisim University's Vocational School of Health Services and 40 asymptomatic individuals were included study. Pain intensity evaluated with Visual Analog Scale, cervical range of motion

(ROM) with digital goniometer, proprioception sense with target angle test and head repositioning test, posture with New York Posture Analysis Method (NYPAM), muscle shortness with standard tape measure and neck disability status with neck disability index.
Results: Pain intensity of CNP group at night, during activity, and rest was found higher than the asymptomatic group ($p<0.05$). It was observed cervical ROM values of CNP group were lower than the control group in all directions ($p<0.05$). There was no difference between two groups in terms of pectoralis minor muscle shortness ($p>0.05$). NYPAM score was lower in CNP group than the control group ($p<0.05$). It was observed that NDI questionnaire scores were higher in CNP group than control group ($p<0.05$). In all tests, joint position sense (JPS) error values of CNP group were found higher than control group ($p<0.05$). There was no significant relationship between pain intensity and JPS error amount in CNP group ($p>0.05$).
Conclusion: It was observed cervical ROM decreased in CNP group. It was determined that posture changes occurred in CNP group. In addition, it was determined there was a decrease in proprioception sense in cervical region in CNP group. However, no relationship was found between CNP and cervical proprioception sense. We think that pain is complex sensation by nature, it may not be directly associated with neck proprioception, and clearer results can be obtained through research on specific neck pain groups.
Keywords: Chronic Neck Pain, Posture, Proprioception.

GİRİŞ

Boyun ağrısının, toplumda bel ağrısından sonra en yaygın görülen ve sıkça tekrar edebilen, cinsiyet, yaş, boyun ağrısı geçmişi, postüral zayıflık, kas-iskelet problemleri, tekrarlı travmalar ve sosyal ya da psikososyal faktörlerin de etkili olduğu bir kas-iskelet sistemi problemi olduğu bilinmektedir.[1,2] Kişilerin %70'i tüm hayatı boyunca en az bir kez boyun ağrısından şikayet etmiştir ve bir yıl boyunca devam eden semptomların prevalansı ise %1,7-%11,5 arasında değişmektedir. Boyun ağrısı, kişinin sosyal yaşamını olumsuz etkileyen, üretkenlikte azalmaya neden olan ve kişinin tedavi masraflarında artışla sonuçlanan bir problemdir.[2,3]

Ağrıyla birlikte kassal yorgunluk artar, lif tipinde değişiklik meydana gelir, yağ infiltrasyonu ve boyun kaslarında atrofi gibi dejeneratif değişiklikler meydana gelir. Bu yüzden servikal afferent girişin modülasyonu olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Ek olarak, ağrıyla beraber görülen psikososyal stres, sempatik sinir sistemini uyarır ve propriosepsiyon açısından önem teşkil eden eklem mekaniği ve kas iğciği hassasiyetini değiştirmektedir.[4] Bunun sonucunda boyun ağrısı sorunu yaşayan kişilerde, baş-boyun pozisyon farkındalığının az olduğu ve servikal eklem pozisyon hissinde (EPH) düşüş meydana geldiği ifade edilmiştir.[5,6]

Propriyosepsiyon duyusu, ekstremitelerin ve vücudun üç boyutta da pozisyonunun, hareketinin ve konumunun algılanması şeklinde tanımlanmaktadır. Servikal EPH, kas yorgunluğu, travma, yaşla birlikte servikal omurgada görülen dejenerasyon, servikal eklem hareket açıklığı (EHA) ve kas kuvvetinde azalma, kasların gerginlik-uzunluk ilişkisinde değişme nedenleriyle olumsuz yönde etkilenmektedir. Bahsedeilen bu faktörlerin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi uygulanacak tedavinin başarısı açısından büyük önem taşımaktadır.[7]

Boyun ağrılı kişilerde, boyun pozisyon duyusunda azalma, postüral bozukluklar ve kassal dengenin bozulması birbirleriyle ilişkilidir. Bu ilişki sonucunda baş, öne doğru yönelmekte ve vücudun merkez çizgisinin ilerisine geçmektedir. Boyun ağrısı problemi yaşayan kişilerde genellikle başın anteriora tilti görülmektedir. Üst servikal bölgede ekstansiyon ve alt servikal bölgede fleksiyon gözlenir. Bu postür, boyun bölgesinde mekanik olarak yüklenmeye neden olmakta ve servikal vertebralarda düzleşme gözlenmektedir.[8]

Başın anteriora tilti sonucu, normal gravite hattı değişmektedir ve bunu dengeleyebilmek için torakal kifozda ve yuvarlak omuzda artış gözlenmektedir. Başın anteriora tilti genellikle SKM, levator skapula, ekstansör servikal kaslar ve üst trapez kasında kısalma ile berbaber görülmektedir.[9,10] Uzun süre boyunca boyun bölgesinin aynı pozisyonda kalmasını veya

anormal pozisyonda olmasını gerektiren mesleklerde çalışan kişilerde, kronik boyun ağrısı (KBA) görülme sıklığı artmaktadır. Boyun kasları açısından en verimli çalışılabilecek pozisyon nötral pozisyondur. Bundan dolayı uygun olmayan pozisyonlarda uzun süreli çalışmak, boyun kaslarının erken yorulmasına neden olmaktadır. Başın önde anormal bir şekilde durmasına sebep olan baş ileri postür, kas ve eklemlere aşırı miktarda yük binmesine, boyun bölgesinde ve sırt bölgesinde ağrıya neden olmaktadır.[11]

Boyun pozisyon duyusunda azalma görüldüğü için, başın pozisyonlamalarında boyun ağrılı kişilerde sağlıklı bireylere göre daha fazla tipik hata gözlendiği bildirilmektedir.[12,13] Literatürdeki bir araştırma, ileri baş postürü ve derin boyun fleksör kaslarında zayıflık görülmesi arasında bir ilişki olduğunu belirtmektedir.[14] Kas dengesizliği gibi başın postürünü etkileyebilen önemli bir başka hususun da servikal propriyosepsiyonun azalması olduğu düşünülmektedir. Başın postürünü değerlendiren çalışmalarda, travmatik ve idiyopatik boyun ağrısı olan kişilerde boyun bölgesinde propriyosepsiyonda bozukluk gözlendiği ifade edilmektedir.[12,15] Bu çalışmada, KBA'lı kişilerde postür, servikal eklem hareketi ve servikal propriosepsiyonun değerlendirilmesi ve sağlıklı bireylerle kıyaslanması amaçlanmıştır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Katılımcılar

Çalışmamıza İstanbul Gelişim Üniversitesi SHMYO akademisyenleri arasından, çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden 40 KBA'lı birey ve kontrol grubu için 40 asemptomatik birey dahil edildi. Araştırma için İstanbul Gelişim Üniversitesi Etik Kurulu'ndan etik onay (Karar No: 2023/8, Tarih: 20.10.2023) ve tüm katılımcılardan onam formları alındı.

Çalışma grubuna dahil edilme kriterleri; 18-65 yaşları arasında, görsel analog skalaya (VAS) göre ağrı değeri 30 mm'nin üzerinde olmak ve en az 3 aydır boyun ağrısına sahip olmaktı. Asemptomatik bireyler için dahil edilme kriterleri; 18-65 yaş arası ve son 1 yıl içinde boyun ağrısı olmayan sağlıklı gönüllü olmaktı. Servikal omurga ya da omuz cerrahisi geçirmiş, omuz ağrısı bulunan, farklı patolojilerden kaynaklı boyun ağrısı (tümör, ankilozan spondilit, romatoid artrit, kırık) olan, kord basısı olan, şiddetli radikülopatisi olan ve osteoporozu bulunan bireyler çalışmaya dahil edilmedi. Bireylerden sosyodemografik bilgileri (yaş, boy, kilo, cinsiyet vb.) alındı. Tüm katılımcıların ağrı şiddeti, EHA, EPH ve postür değerlendirmesi yapıldı. Tüm değerlendirmeler, aynı sırayla ve yorgunluğu önlemek amacıyla 5'er dakika arayla aynı kişi tarafından yapıldı.

Değerlendirme Araçları

Ağrı Şiddeti Değerlendirmesi: Bireylerin istirahat pozisyonunda, aktivite sırasında ve gece var olan boyun ağrı şiddeti, geçerlilik ve güvenilirlik katsayısı sırasıyla 0,79 ve 0,97 olan VAS ile değerlendirilip kaydedildi.[16]

Servikal EHA Değerlendirmesi: Bireylerin boyun EHA'ları, sabit bir tabure üzerine oturtulup dik oturma pozisyonundayken tüm yönlerdeki (fleksiyon, lateral fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon) hareketler için dijital gonyometre (Baseline® digital Absolute + AxisTM goniometer) kullanılarak ölçüldü. Her ölçüm 3'er kez tekrarlanıp ortalaması alındı.[17]

EPH Hatası Değerlendirmesi: Çalışmamızda katılımcıların boyun bölgesinin EPH hatası, sıklıkla literatürde kullanılmış olan "hedef açı testleri (HAT)" ve "baş tekrar pozisyonlama (BTP)" testi yardımıyla değerlendirildi. Testlerde katılımcıların hedef açıdaki sapmaları, dijital bir gonyometre kullanılarak tespit edildi (Baseline® digital Absolute + AxisTM goniometer). Değerlendirmede testler literatüre uygun olarak, katılımcılar sabit bir sandalyeye oturtuldu, kalça ve dizleri 90˚ fleksiyon pozisyonuna alındı ve gözleri kapalıyken uygulandı.[18,19]

BTP testi için, katılımcıların başı klinisyen tarafından nötral pozisyona (referans) alındı ve bu pozisyonun öğrenilmesi istendi. Referans pozisyon öğretildikten sonra katılımcılardan başlarını yapabildiği kadar maksimum fleksiyona getirmesi ve bu pozisyonda 5 sn beklemesi istendi. Sonrasında, başlarını tekrardan referans pozisyona götürmeleri istendi ve sagital düzlemde son

pozisyonla nötral pozisyon arasındaki açısal fark derece cinsinden not edildi.
EPH hatasının değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir test olan HAT, boynun 20˚ ekstansiyon ve 30˚ fleksiyon pozisyonlarında yapıldı. Katılımcıların başları, klinisyen tarafından nötral pozisyondan alınıp hedef açıya götürüldükten sonra katılımcılardan bu pozisyonu (hedef) öğrenmesi istendi. Katılımcılara hedef pozisyon öğretildikten sonra başları klinisyen tarafından nötral pozisyona alındı. Sonrasında, katılımcılardan başlarının hedef açıya götürülmesi istendi ve sagital düzlemde son pozisyonla hedef açının arasındaki fark derece cinsinden not edildi. Her bir test 20 sn aralıklarla 3'er kez tekrar edildi ve bu 3 ölçümün ortalamaları kaydedildi.
Postür Değerlendirmesi: Katılımcıların postürlerinin değerlendirilmesinde "New York Postür Analizi Yöntemi (NYPAY)" kullanıldı ve vücutta 13 farklı bölümde oluşabilecek postür değişiklikleri gözlemlenerek puanlandı. Kişinin ilgili bölümdeki postürünün düzgün olduğu durumda 5, orta seviyede bozukluk varlığında 3, ciddi bozukluk varlığında 1 puan verilerek puanlaması yapıldı. Testin sonunda alınabilecek maksimum puan 65 ve minimum puan ise 13'tür. NYPAY'da bireyin aldığı puanın düşük olması, postüral bozukluların daha fazla olduğunu ifade etmektedir.[20]
Kısalık Değerlendirmesi: M. Pectoralis minör kasının kısalık testi tüm katılımcılara kişi sırtüstü pozisyonunda bilateral olarak akromiyon ile yatak arası mesafe standart mezura ile ölçülerek uygulandı.[17]
Boyun Özürlülük Durumu Değerlendirmesi: Boyun özürlülük durumu Türkçe'ye uyarlanmış olan "Boyun Özürlülük Göstergesi" (BÖG) ile değerlendirildi. Bu anket, ağrı şiddeti, yük kaldırma, özbakım, okuma, konsantrasyon, baş ağrısı, meslek hayatı, araba kullanımı, uyuma ve boş zaman aktiviteleri başlıklarını içeren 10 bölümden oluşur. Her bir soru için 0-5 arası puanlamaya sahip toplam 6 cevap seçeneği bulunmaktadır. 0 (ağrı ve fonksiyonel kısıtlama yok) ve 5 (en şiddetli ağrı ve maksimum kısıtlılık) olarak puanlanmıştır. Katılımcılardan her bölümde kendilerine en uygun seçeneği işaretlemesi istendi ve işaretli seçeneklerin puan olarak karşılıkları anket sonunda toplanarak katılımcıların yetersizlikleri tespit edildi.[21,22]

İstatiksel Analiz

Çalışmanın verilerinin analizinde SPSS 24.0 (IBM SPSS Statistics, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp. 2016) paket programı kullanıldı. Sürekli değişkenler, ortalama ± standart sapma, ortanca (en küçük ve en büyük değerler) ve kategorik değişkenler yüzde ve sayı olarak ifade edildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu için, Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Bağımsız grup farklılıklarını karşılaştırmak için parametrik test varsayımları sağlandığında Bağımsız gruplarda t Testi kullanıldı. Parametrik test varsayımları sağlanmadığı durumda ise Mann Whitney U testi kullanıldı. Niteliksel değişkenlerin karşılaştırılmasında Ki-kare analizi kullanıldı. Sürekli değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde Spearman Korelasyon analizi kullanıldı. Tüm analizlerin karşılaştırılmasında %95 güvenirlikte $\alpha=0,05$ seçildi ve $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

SONUÇLAR

Çalışmamıza, çalışma grubu için KBA'lı 40 birey ve kontrol grubu için asemptomatik 40 birey dahil edildi. Gruplardaki katılımcıların demografik bilgileri Tablo 1'de gösterildi. Gruplar yaş, vücut ağırlığı, VKİ ve cinsiyet bakımından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$).

Tablo 1. Katılımcıların sosyodemografik bilgilerinin gruplar arası karşılaştırılması

		KBA Grubu Ortalama ± SS	Kontrol Grubu Ortalama ± SS	z	p
Age (yıl)		32.43±12.16	29.72±10.32	-1.097	0.270
Boy (cm)		168.85±9.10	173.00±8.87	-3.022	0.016
Vücut Ağırlığı (kg)		69.12±12.72	74.95±16.62	-1.785	0.071
VKİ (kg/m^2)		24.47±4.07	25.09±4.64	-0.510	0.679
Cinsiyet	Kadın	25 (%62.5)	18 (%45)	-	-
	Erkek	15 (%37.5)	22 (%55)		

*p ≤ 0.05; SS: Standart Sapma; z: Mann Whitney U Test Değeri; VKİ: Vücut Kitle İndeksi.

Gruplar istirahat, aktivite ve gece sırasındaki ağrı şiddetleri bakımından karşılaştırıldığında bütün durumlar için KBA'lı grubun ağrı şiddetleri kontrol grubuna oranla daha yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0.05). NYPAY skorunun KBA'lı grupta kontrol grubuna göre daha düşük olduğu görüldü (p<0.005). Gruplar BÖG anket sonuçları açısından karşılaştırıldığında BÖG skorlarının KBA'lı grupta kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görüldü (p<0.05) (Tablo 2).

Tablo 2. Katılımcıların ağrı, ağı eşiği ve ağrı toleransı verilerinin istatistiksel analizi

		KBA Grubu Ortalama ± SS	Kontrol Grubu Ortalama ± SS	z	p
VAS (mm)	Dinlenme	27.450±20.41	0.00±0.00	-7.567	0.000*
	Aktivite	59.30±20.13	0.00±0.00	-8.215	0.000*
	Gece	47.10±34.49	0.00±0.00	-7.563	0.000*
NYPAY		52.21±3.92	56.86±4.24	-4.212	0.001*
BÖG		13.89±5.11	4.19±3.39	-6.835	0.001*

*p ≤ 0.05; SS: Standart Sapma; z: Mann Whitney U Test Değeri; VAS: Vizüel Analog Skala; NYPAY: New York Postür Analiz Yöntemi; BÖG: Boyun Özürlülük Göstergesi

Gruplar EHA bakımından karşılaştırıldığında tüm yönlerde KBA'lı grubun AEHA değerlerinin kontrol grubuna oranla daha düşük ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü (p<0.05). Pektoralis minör kas kısalığı açısından sağ ve sol taraf için iki grup arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p>0.05) (Tablo 3).

Tablo 3. Boyun EHA ve Kas Kısalığı

		KBA Grubu Ortalama ± SS	Kontrol Grubu Ortalama ± SS	t/z	p
Boyun Fleksiyon (°)		34.38±8.00	44.91±5.18	z=-5.159	0.000*
Boyun Ekstansiyon (°)		36.63±10.21	45.17±5.66	z=-4.041	0.000*
Boyun Rotasyon (°)	Sağ	42.41±10.68	49.85±5.88	z=-3.089	0.002*
	Sol	42.37±9.07	48.60±7.12	t=-3.421	0.001*
Boyun Lateral Fleksiyon (°)	Sağ	30.79±7.59	43.22±6.75	t=-7.657	0.000*
	Sol	33.58±7.49	44.50±5.41	z=-5.846	0.000*
Pectoralis Minor Kısalığı (mm)	Sağ	11.87±1.75	11.95±2.03	z=-0.174	0.859
	Sol	11.26±1.55	11.91±1.86	z=-1.712	0.087

*p ≤ 0.05; SS: Standart Sapma; t: İki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testinin test değeri; z: Mann Whitney U Test Değeri.

Gruplar EPH hatası açısından karşılaştırıldığında bütün testlerde KBA'lı grubun hata değerlerinin kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu bulundu (p<0.05) (Tablo 4).

Tablo 4. Gruplar arasında boyun EPH hatasının karşılaştırılması

	KBA Grubu Ortalama ± SS	Kontrol Grubu Ortalama ± SS	t/z	p
BTP	5.80±2.33	2.93±1.61	z=-5.681	0.000*
HAT (30° Fleksiyon)	4.63±3.01	1.98±1.23	z=-5.612	0.000*
HAT (20° Ekstansiyon)	3.83±2.19	1.25±1.13	z=-5.567	0.000*

*p ≤ 0.05; SS: Standart Sapma; t: İki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testinin test değeri; z: Mann Whitney U Test Değeri; BTP: Baş Tekrar Pozisyonlama Testi; HAT: Hedef Açı Testi.

KBA'lı grupta ağrı şiddeti ile EPH hata miktarı arasında istatiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı (p>0.05) (Tablo 5).

Tablo 5. KBA grubunda VAS ağrı şidddeti ile EPH hatası arasındaki ilişkinin incelenmesi

		BTP	HAT Flexion (30°)	HAT Extension (20°)
VAS Dinlenme	r	42.41±10.68	49.85±5.88	z=-3.089
	p	42.37±9.07	48.60±7.12	t=-3.421
VAS Aktivite	r	30.79±7.59	43.22±6.75	t=-7.657
	p	33.58±7.49	44.50±5.41	z=-5.846
VAS Gece	r	11.87±1.75	11.95±2.03	z=-0.174
	p	11.26±1.55	11.91±1.86	z=-1.712

*p ≤ 0.05; r: Spearman Korelasyon Katsayısı; VAS: Vizüel Analog Skala; BTP: Baş Tekrar Pozisyonlama Testi; HAT: Hedef Açı Testi.

Tartışma

Bu çalışma kapsamında KBA'lı bireylerde ağrı, EHA, propriosepsiyon ve postür incelenmiştir. Amacımız KBA'lı bireylerle asemptomatik bireyleri karşılaştırmak ve meydana gelen değişiklikleri ortaya koymaktı.

KBA'lı bireylerde servikal hareket açıklığının azalması en çok bildirilen bozukluklardan birisidir.[23] Yapılan bir çalışmada KBA'lı bireylerin servikal AEHA değerlerinin asemptomatik bireylere göre düşük olduğu bildirilmiştir.[24] Bu çalışmaya benzer olarak bizim çalışmamızda da KBA'lı grubun bütün AEHA değerleri asemptomatik bireylere göre anlamlı derecede düşük bulundu.

Literatürdeki birçok çalışma postüral bozukluklar ile boyun ağrısını ilişkilendirmiştir. Baş önde postürünün genellikle boyun ağrısı ve üst trapez kasının spazmı ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.[25] Bir başka çalışmada boyun bölgesine olan aşırı yüklenmelerin gövde ve baş pozisyonu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.[26] Literatürde 40 boyun ağrılı ve 40 asemptomatik birey üzerinde yapılmış olan bir çalışmada katılımcıların postürlerini incelemek için görsel postür analizi ve üç boyutlu ultrasonik omurga postür ölçüm cihazı kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda hasta gurubun baş anterior tiltinde, omuz protraksiyonunda ve torakal kifoz eğriliğinde kontrol gurubuna göre anlamlı derecede artış olduğu belirtilmiştir.[27] Çalışmamızda

katılımcıların postürlerini değerlendirmek için NYPAY kullanıldı. NYPAY'da bireyin aldığı puanın düşük olması postüral bozukluların fazla olduğunu ifade etmektedir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda KBA'lı bireylerde elde edilen puan asemptomatik bireylere göre daha düşük bulundu ve bu sonuç boyun ağrılı bireylerde daha fazla postüral bozukluk olduğuna işaret etti.

Boyun ağrılı bireylerde pectoralis minör kasının uzunluğunun asemptomatik bireylere göre anlamlı olarak düşük olduğunu belirtilmiştir.[24] Bizim çalışmamızda KBA'lı grubun pectoralis minör kas uzunluğu asemptomatik bireylere göre daha kısa bulundu ancak fark istatistiksel olarak anlamlı değildi.

Proprioseptif duyu değerlendirilmesinde klinikte kullanımı yaygın olan, kolay uygulanabilir yöntemlerden biri EPH hatasının ölçümüdür. Test esnasında bireylerin test öncesinde öğretilen pozisyonları tekrar edebilme ya da eklem hareket açısını algılayabilirliği değerlendirilir. Bireylerin testlerde yapmış olduğu hata miktarı bireyin propriosepsiyon duyusunun bozukluğu hakkında fikir sahibi olmamızı sağlar.[28,29]

KBA'lı 25 birey 26 asemptomatik birey üzerinde yapılan bir çalışmada iki grubun EPH hata oranları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda KBA'lı grubun EPH hata oranının asemptomatik gruba göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.[30] KBA'lı 47 birey ve asemptomatik 47 birey üzerinde yapılan bir çalışmada katılımcıların EPH'si karşılaştırılmıştır. Kullanılan ölçüm yöntemi bizim çalışmamızla aynı olup 30° boyun fleksiyonu, 20° boyun ekstansiyonunda HAT ve BTP testidir. Çalışmanın sonucunda bütün testlerde KBA'lı grubun EPH hata oranının asemptomatik bireylere göre daha fazla olduğu bildirilmiştir.[31] Çalışmamızın sonucunda, KBA'sı olan bireylerin tüm testlerde EPH hata miktarının asemptomatik bireylere göre yüksek olduğu görüldü. Bu sonuç, KBA'lı bireylerde boyun propriosepsiyon duyusundaki kayba dikkat çekmiştir.

Boyun kasları sensorimotor sisteme önemli katkı sağlayan zengin proprioseptörlere sahiptir. Literatürde proprisepsiyon duyusu ile ağrı arasında ilişki gösteren çalışmalar[32,33] olmakla birlikte ilişki olmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur.[31]

Yapılan bir çalışmada, daha yüksek bir ağrı şiddetinde eklem pozisyon hatalarının arttığı bulunmuştur. Araştırmacılar statik ve dinamik pozisyonlarda eklem stabilitesinin korunmasında servikal pozisyon duyusunun hayati önem taşıdığını ve klinik ağrının gelişiminde propriosepsiyon kaybının etkili olduğunu belirtmişlerdir.[32] Literatürde bir çalışmada boyun ağrısı ve pozisyon duyusu arasında ilişki olduğu gözlemlenmiştir.[33] Başka bir çalışmada ise boyun ağrısı ile boyun eklem pozisyon duyusu arasında ilişki olmadığı saptanmıştır.[31] Bizim çalışmamızın sonucunda KBA ile EPH hatası arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı. Literatürde yer alan çalışmalarda EPH değerlendirmesinde farklı düzlemlerde de değerlendirmeler yapılmıştır.[32,33] Çalışmamızda EPH hatasını sadece sagital düzlemde değerlendirdiğimiz için yöntemin sonucumuzu etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Yapılan çalışmalarda, servikal bölgede oluşan ağrı ve EHA'da limitasyon gibi semptomlar boyun özürlülük değeri ile ilişkilendirilmiştir.[34,35] BÖG, boyun ağrısında en yaygın kullanılan, en eski anketlerden biridir. BÖG'ün ayrıca diğer ağrı ve sakatlık ölçekleriyle karşılaştırılmasında geçerliliği olduğu belirtilmiştir. Yüksek BÖG skoru, bireyin boyun ağrısı nedeniyle algılanan engelliliğinin fazla olduğu anlamına gelir.[21,36] Çalışmamıza katılan tüm bireylere BÖG anketi yapıldı ve çalışma sonunda KBA'lı bireylerde anket skorunun asemptomatik bireylere göre daha yüksek olduğu görüldü. Bu sonuca KBA'lı bireylerde boyun EHA'da azalma ve propriosepsiyon kaybının neden olduğunu düşünüyoruz.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bu veriler göz önüne alınarak, boyun ağrılı bireyler değerlendirilirken boyun bölgesine bütüncül bir yaklaşım yapılması gerektiği ve sadece ağrı üzerine değil farklı noktalara da odaklanılması gerektiğini düşünüyoruz. Boyun bölgesinde meydana gelebilecek postüral bozukluklar, propriosepsiyon kaybı ve hareketlerdeki limitasyonun boyun bölgesinde ağrı ve fonksiyonel kayıplara yol açabileceği unutulmamalıdır.

Çalışmamızın sonucunda, KBA'lı bireylerin bütün servikal AEHA değerleri asemptomatik bireylere göre anlamlı derecede düşük bulundu. KBA'lı bireylerde NYPAY skorları asemptomatik bireylere göre yüksek bulundu ve KBA'lı bireylerde postüral değişiklikler olduğu belirlendi. KBA'lı bireylerin EPH testlerindeki hata miktarı asemptomatik bireylere göre anlamlı derecede yüksek bulundu ve KBA'lı bireylerde propriosepsiyon kaybının olduğu belirlendi. Boyun ağrısı nedeniyle algılanan engelliliği gösteren BÖG anketi skoru KBA'lı bireylerde asemptomatik bireylere göre anlamlı derecede yüksek bulundu. Ağrı ile boyun EPH hatası arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı.

KAYNAKÇA

1. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, De Cuyper HJ. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. Eur Spine J 2000;9(4):266–72.
2. Winslow JJ, Jackson M, Getzin A, Costello M. Rehabilitation of a young athlete with extension-based low back pain addressing motor-control impairments and central sensitization. J Athl Train 2018;53(2):168–73.
3. Hirsch C, Ingelmark BE, Miller M. The anatomical basis for low back pain. Studies on the presence of sensory nerve endings in ligamentous, capsular and intervertebral disc structures in the human lumbar spine. Acta orthop Scand 1963;33:1–17.
4. Moromizato K, Kimura R, Fukase H, Yamaguchi K, Ishida H. Whole-body patterns of the range of joint motion in young adults: Masculine type and feminine type. J Physiol Anthropol 2016;35(1):23.
5. Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. Spine (Phila Pa 1976) 1996;21:2763–9.
6. Gibbons LE, Latikka P, Videman T, Manninen H, Battié MC. The association of trunk muscle cross-sectional area and magnetic resonance image parameters with isokinetic and psychophysical lifting strength and static back muscle endurance in men. J Spinal Disord 1997;10:398–403.
7. Özgören Ç, Ciddi PK, and Sahin M. Kronik boyun ağrısında eklem pozisyon hissinin ağrı, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, hareket korkusu, fonksiyonellik ve yaşam kalitesi parametreleri ile ilişkisi. Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation. 2022;9(1):48-58.
8. Topcuoğlu C, Narin AN, Ergen D. Boyun Ağrılı Kadınlarda Boynun Enduransı, Normal Eklem Hareketi Ve Postürü Arasındaki İlişki. Gevher Nesıbe Journal Of Medıcal And Health Scıences. 2020;5(5),16-22.
9. Singla D, Veqar Z. Association Between Forward Head, Rounded Shoulders, and Increased Thoracic Kyphosis: A Review of the Literature. J Chiropr Med. 2017;16(3):220-9.
10. Ruivo RM, Pezarat-Correia P, Carita AI. Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with upper quadrant pain. Braz J Phys Ther. 2014;18(4):364-71.
11. Silva AG, Punt TD, Sharples P, Vilas-Boas JP, Johnson MI. Head posture and neck pain of chronic nontraumatic origin: a comparison between patients and pain-free persons. Arch Phys Med Rehabil. 2009;90(4):669-74.
12. Kristjansson E, Dall'Alba P, Jull GJCR. A study of five cervicocephalic relocation tests in three different subject groups. 2003;17(7):768-74.
13. Yahia A, Ghroubi S, Jribi S, Malla J ve ark. Chronic neck pain and vertigo: is a true balance disorder present? Annals of physical and rehabilitation medicine. 2009;52(7-8):556-67.
14. Griegel-Morris P, Larson K, Mueller-Klaus K, Oatis CAJPt. Incidence of common postural abnormalities in the cervical, shoulder, and thoracic regions and their association with pain in two age groups of healthy subjects. 1992;72(6):425-31.

15. Rix GD, Bagust J. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with chronic, nontraumatic cervical spine pain. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(7):911-9.
16. Collins SL, Moore RA, Mcquay HJ. The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres?. Pain. 1997;72(1-2): 95-97
17. Otman S, Demirel H, Sade A. Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri.. Ankara: Sinem Ofset Ltd. Şti. 1998. (2. Baskı).
18. Wibault J, Vaillant J, Vuillerme N, Dedering Å, & Peolsson A. Using the cervical range of motion (CROM) device to assess head repositioning accuracy in individuals with cervical radiculopathy in comparison to neck-healthy individuals. Manual Therapy. 2013; 18(5), 403-409.
19. Treleaven J, Peterson G, Ludvigsson ML, Kammerlind AS, Peolsson A. Balance, dizziness and proprioception in patients with chronic whiplash associated disorders complaining of dizziness: A prospective randomized study comparing three exercise programs. Manual Therapy. 2016;22, 122-130.
20. Magee DJ. Orthopedic physical assessment. Gait Assessment. Chapter 13 W.B Sounders Company. 1987; s: 362-376.
21. Vernon H, Mior S. The Neck Disability Index: a study of reliability and validity. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. 1991;14 (7): 409-415.
22. Aslan E, Karaduman A, Yakut Y, Aras B, Simsek IE, Yaglý N. The cultural adaptation, reliability and validity of neck disability index in patients with neck pain: a Turkish version study. Spine. 2008;33(11): E362-E365.
23. Stenneberg MS, Rood M, De Bie R, Schmitt MA, Cattrysse E, Scholten-Peeters GG. To what degree does active cervical range of motion differ between patients with neck pain, patients with whiplash, and those without neck pain? A systematic review and meta-analysis. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. .2017;98(7): 1407-1434.
24. Shahidi B, Johnson CL, Curran-Everett D, Maluf KS. Reliability and group differences in quantitative cervicothoracic measures among individuals with and without chronic neck pain. BMC Musculoskeletal Disorders. 2012;13(1): 215.
25. Enwemeka CS, Bonet IM, Ingle JA, Prudhithumrong S, Ogbahon FE, Gbenedio NA. Postural correction in persons with neck pain. II. Integrated electromyography of the upper trapezius in three simulated neck positions. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1986;8(5): 240-242.
26. Winkel J, Westgaard R. Occupational and individual risk factors for shoulder-neck complaints: Part II—The scientific basis (literature review) for the guide. International Journal of Industrial Ergonomics. 1992;10(1-2): 85-104.
27. Duman S. Kronik Boyun Ağrısının Solunum Fonksiyonu, Postür Ve Fiziksel Performans Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2019.
28. Clark NC, Roijezon U, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: clinical assessment and intervention. Manual Therapy. 2015;20(3): 378-387.
29. Roijezon U, Clark NC, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. Manual Therapy. 2015;20(3): 368-377.
30. Chen X, Treleaven J. The effect of neck torsion on joint position error in subjects with chronic neck pain. Manual Therapy. 2013;18(6): 562-567.
31. Taş S. Kronik Boyun Ağrılı Bireylerde Ağrı, Denge, Propriosepsiyon, Kas Sertliği ve Kuvvetinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2017.
32. Lee HY, Wang JD, Yao G, Wang SF. Association between cervicocephalic kinesthetic sensibility and frequency of subclinical neck pain. Manual Therapy. 2008; 13(5): 419-425.
33. Reddy RS, Tedla JS, Dixit S, Abohashrh M. Cervical proprioception and its relationship with neck pain intensity in subjects with cervical spondylosis. BMC Musculoskeletal Disorders.

2019; 20(1): 1-7.
34. Rainville J, Sobel JB, Banco RJ, Levine HL, Childs L. Low back and cervical spine disorders. The Orthopedic Clinics of North America.1996; 27(4): 729-746.
35. Côté P, Cassidy JD, Carroll L. The factors associated with neck pain and its related disability in the Saskatchewan population. Spine. 2000;25(9):1109-1117.
36. Vernon H. The Neck Disability Index: state-of-the-art, 1991-2008. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. 2008;31(7): 491-502.

ELECTIONS AND DEMOCRACY: FROM PROMISES TO GOVERNANCE PRACTICES – A COMPARATIVE PERSPECTIVE BETWEEN ITALY AND ALBANIA

Anjeza LIÇENJI
Lecturer, Faculty of Law, University of Tirana, Albania
https://orcid.org/0009-0005-0992-8926
Saimir MUÇMATAJ
PhD Candidate, Faculty of Law, University of Tirana, Albania
https://orcid.org/0009-0000-7780-9789

ABSTRACT
Free, fair, and competitive elections form the foundation of democratic governance, enabling citizens to legitimize political institutions through their votes. Without transparency and public oversight, electoral processes risk losing integrity and producing distorted political representation. This study examines Italy and Albania—two countries with different democratic trajectories—by analyzing their electoral systems, political finance regulations, and the relationship between electoral promises and actual governance practices.
Through a comparative analysis of the legal frameworks and the functioning of key institutions, this study underscores the importance of transparency and accountability in enabling electoral promises to be effectively transformed into concrete democratic outcomes. While Italy benefits from a established democratic tradition, Albania continues to implement reforms to strengthen electoral competitiveness and integrity.
The findings underscore the need to enhance institutional oversight, clarify political finance rules, and improve accountability mechanisms as essential steps toward increasing public trust and improving the quality of democratic governance.
Keywords: *Elections; Democracy; Electoral promises; Political financing; Governance practices; Accountability; Electoral integrity.*

1. INTRODUCTION
Free, fair, and competitive elections constitute the foundations of a functional democratic system, as they allow citizens to delegate sovereignty and legitimate governing institutions through their vote (Dahl, 1989). In this sense, democracy cannot be conceived without an electoral process that is transparent, inclusive, and subject to public scrutiny. When these elements are absent, electoral processes lose their integrity, and the political system risks devolving into a distorted and unrepresentative form of governance. (Levitsky & Ziblatt, 2018).
This paper examines how Italy and Albania—two countries with distinct democratic experiences and historical trajectories—address the challenges of democratic consolidation, with particular attention to their electoral systems, political party financing frameworks, and the relationship between electoral promises and actual governance outcomes. Italy, as a consolidated Western democracy, operates under a mixed electoral system and detailed rules aimed at ensuring transparency in political finance (Pasquino, 2020). In contrast, Albania, a post-communist transitional democracy, has undertaken continuous reforms to strengthen electoral competitiveness, ensure greater equality in the electoral process, and combat unlawful influences during election campaigns (CEU, 2023).
Despite making significant progress toward alignment with the European Union's *acquis communautaire,* Albania continues to face critical challenges, particularly the prevalence of unfulfilled electoral promises and the absence of a fully developed political culture of accountability and transparency.

2. REPRESENTATIVE DEMOCRACY AND THE FUNCTIONS OF ELECTIONS

Representative democracy is grounded in the principle that popular sovereignty is exercised through periodically elected representatives (Held, 2006). Unlike direct democratic mechanisms, which operate primarily in small communities or through specific instruments such as referendums, representative democracy offers a framework capable of governing effectively within modern and complex societies. Elections serve several essential functions: they legitimize political authority, create mechanisms for democratic accountability, ensure the representation of social and political interests, and contribute to the establishment and strengthening of state institutions.

Alongside the representative model, many contemporary democracies—including Italy—employ instruments of direct democracy, such as referendums and citizens' initiatives. The Italian referendum of 8–9 June 2025, in which voter turnout remained around 30% and the required quorum of 50% + 1 was not reached, illustrates that such mechanisms are effective only when society demonstrates a high degree of mobilization and political awareness (Ministero dell'Interno, 2025).

Ultimately, the vote is not merely a technical electoral act; it represents a periodic renewal of the social contract between the citizen and the state (Rousseau, 1762/2003).

Democratic legitimacy cannot rest solely on the formal act of voting. It requires transparency, accountability, political coherence, and the institutional capacity to implement electoral promises (OECD, 2022). When these elements are absent, a crisis of trust emerges, manifested through electoral abstention, public protests, and rising political cynicism (Norris & Inglehart, 2019). In such a context, democracy does not decline only because of institutional shortcomings, but also due to stagnation in political culture and the dominance of private interests over the public good.

Although Italy and Albania share a common democratic principle—legitimacy derived from the vote—their historical, social, and cultural differences shape distinct paths toward democratic consolidation. What remains essential for both countries is the cultivation of a strong political culture grounded in trust, transparency, and accountability, as well as an electoral system capable of aligning formal procedures with genuine citizen confidence.

The Case of Italy

Italy represents a context in which the phenomenon often described as the "book of dreams" remains deeply embedded in the political culture—electoral programs filled with highly ambitious promises that frequently remain only partially implemented due to institutional and financial constraints (Pasquino, 2019). These challenges are further exacerbated by a political system that often operates through coalition governments, where inter-party compromises substantially modify or dilute initial electoral commitments.

An assessment conducted by the fact-checking organization *Pagella Politica* (2024) on the Italian government after 2022 found that only 21 out of the 100 major electoral promises had been fully fulfilled. Similarly, an Ipsos (2023) survey reported that 71% of Italian citizens believed the government had not kept its promises. Such perceptions contribute to declining political trust and growing electoral apathy, trends that are reflected in decreasing voter turnout.

Italy does not have a mandatory institutional mechanism for monitoring the implementation of electoral promises; instead, the process is largely delegated to independent organizations and the media, whose oversight role is limited and lacks any binding or sanctioning power (Cartocci & Baldini, 2020).

The Case of Albania

In Albania, where democracy remains in a process of consolidation, electoral promises often acquire a symbolic or emotional character. A recurrent theme is the promise of European Union membership, which carries significant symbolic and political weight. During the 2025 electoral campaign, a target date of 2030 for EU accession was publicly articulated—an objective that

many observers regarded as ambitious and unrealistic given the current pace of structural reforms (European Commission, 2024).

Domestic electoral promises frequently take the form of personalized political appeals, in which political actors address specific groups of voters with individualized offers ranging from public-sector employment and local infrastructure projects to clientelist favours. These patterns indicate that clientelist practices continue to shape electoral competition in Albania (Sejdini, 2022).

3. ELECTORAL PROMISES AND THE RELATIONSHIP WITH THE ELECTORATE

Electoral promises constitute a fundamental instrument of political communication and serve as a central mechanism for building trust between political parties and voters (Naurin, 2011). They articulate a party's political vision, programmatic priorities, and ideological identity, playing a decisive role in shaping voter behavior and defining governing mandates (Thomson et al., 2020).

In a representative democracy, the promises made during an electoral campaign must be more than mere declarations; they should represent both a political and moral commitment. Ideally, the winning party implements the program it has presented to the electorate (the electoral mandate) (Mansbridge, 2003). and in subsequent elections, voters assess it based in part on how many of those promises have been fulfilled. Coherence between words and actions is central to political credibility and to maintaining public trust in democratic governance.

However, the political reality is considerably more complex. A range of obstacles may prevent the full implementation of electoral promises, including budgetary constraints (OECD, 2022), compromises within coalition governments (Cartocci & Baldini, 2020), unforeseen events such as economic crises or international tensions (Norris & Inglehart, 2019), as well as promises intentionally formulated in unrealistic terms for the sake of electoral appeal (Mudde & Kaltwasser, 2017).

A particularly illustrative example is Italy, where the phenomenon of campaign platforms often referred to as *"books of dreams"* remains deeply rooted in the political culture. Electoral programs frequently contain highly ambitious objectives—from drastic tax reductions to major institutional reforms or expanded social assistance—that subsequently confront the structural limitations of bureaucracy and the real constraints of available resources (Pasquino, 2019).

In recent years, independent Italian organizations have attempted to measure the degree of fulfillment of government promises. According to an analysis by Pagella Politica (2024), the government elected in 2022 had fully implemented only 21 out of its 100 major promises after two years in office, while others remained in progress, and approximately 7% were classified as abandoned or compromised due to political or situational factors.

Public perception reflects a similarly critical trend. An Ipsos (2023) survey found that 71% of Italian citizens believed the government had not fulfilled its promises. This perception has produced notable political consequences, including rising distrust, political cynicism, and increased electoral abstention—symptoms of a growing disconnect between citizens and political institutions (Norris & Inglehart, 2019).

Another important factor in the Italian context is the frequent formation of coalition governments. When several parties govern together—each holding its own policy agenda—compromise becomes unavoidable. Such compromises, however, often dilute or distort initial electoral pledges. For example, if one party advocates for the introduction of a *flat tax*, while another strongly supports a progressive taxation system, it becomes nearly impossible for both promises to be implemented simultaneously. The resulting compromise tends to produce an intermediate measure that may disappoint significant segments of the electorate (Cartocci & Baldini, 2020).

4. THE "CONTRACT WITH ITALIANS" PHENOMENON AND THE VALUE OF ELECTORAL PROMISES

The phenomenon of the *"Contract with Italians"*represents one of the most prominent examples of the growing tendency to formalize political commitments during electoral campaigns. This contract was signed in 2001 by Silvio Berlusconi during a live television broadcast—a symbolic act intended to make electoral commitments visible, measurable, and easily verifiable (Pasquino, 2019). In practice, however, the failure to implement many of the contract's provisions produced the opposite effect: it fueled public distrust and reinforced the perception that politics is often built on empty rhetoric and unfulfilled promises (Norris & Inglehart, 2019).

This approach was designed, on the one hand, to strengthen the sense of political responsibility toward the electorate, yet on the other hand, it generated disappointment whenever those commitments were not fully respected. Despite these shortcomings, electoral promises remain a fundamental instrument of political competition. An electoral campaign without promises would be unimaginable, as it would imply abandoning the articulation of a political vision and the presentation of concrete solutions to national challenges (Naurin, 2011).

In Italian political practice, it is common for electoral programs to be extensive, generalized, or even populist in nature, frequently containing ambitious proposals that rarely include concrete indicators, implementation timelines, or clear sources of funding (Cartocci & Baldini, 2020). As a result, once in office, parties encounter political and economic realities that make it difficult to translate such pledges into concrete action. This dynamic reinforces voter frustration, deepens mistrust toward political elites, and increases abstention rates, further widening the gap between citizens and democratic institutions (Norris & Inglehart, 2019).

Who Monitors Whether Electoral Promises Are Fulfilled? From an institutional perspective, Italy does not possess a structured or mandatory mechanism for monitoring the implementation of electoral promises. The absence of an official reporting and accountability framework makes it difficult for citizens to objectively assess the performance of their representatives, thereby weakening trust in political institutions and undermining democratic legitimacy (Pasquino, 2019).

Responsibility for monitoring is largely entrusted to non-state actors, including civic associations, non-governmental organizations, and the media. Although these actors play a meaningful role in promoting transparency and public oversight, they lack sanctioning authority and often operate with limited resources (Pagella Politica, 2024).

The Case of Albania

In Albania, the promise of European Union accession carries strong symbolic and political weight. During the 2025 electoral campaign, Prime Minister Edi Rama publicly suggested the possibility of membership by 2030—a deadline that many observers considered overly ambitious and not fully aligned with the current pace of structural reforms (European Commission, 2024).

Other typical electoral promises in Albania concern increasing wages and pensions, expanding employment opportunities, combating organized crime, and improving essential public services such as water supply and electricity. Nevertheless, large segments of the population, particularly young people, remain highly skeptical about the feasibility of these commitments. After decades of political and economic transition, many citizens perceive the political class as more focused on maintaining power than on advancing the public good (Freedom House, 2023).

At both national and local levels, many candidates and political parties go beyond broad policy platforms by directing tailored appeals to specific segments of the electorate—such as families, local businesses, or individual citizens—through personalized promises, including job placements, public contracts, local infrastructure repairs, or even individual favors. These practices reflect the persistence of clientelism in Albania's political landscape (Sejdini, 2022).

The fight against corruption remains a recurring theme in Albanian electoral campaigns. Although successive governments have declared a policy of "zero tolerance," public

perceptions indicate that tangible results have been limited (Transparency International, 2023). During the most recent campaign, the opposition focused precisely on this issue, accusing the government of betraying its commitments to institutional renewal and reform.

International observers have repeatedly emphasized the need to strengthen post-electoral accountability in Albania. Recommendations have included making government program monitoring publicly available and expanding civil society and media oversight to pressure political leaders to implement their announced reforms—such as judicial reform, an EU priority that has been repeatedly promised but only partially implemented (OSCE/ODIHR, 2021).

These challenges are aggravated by weak oversight institutions, limited transparency in campaign financing, and a political culture still heavily personalized. In this context, the electoral promise ceases to function as a programmatic instrument and instead becomes a tool for reinforcing personalized networks of power, thereby undermining public accountability and the principles of democratic representation.

5. POLITICAL FINANCE: A COMPARISON BETWEEN ITALY AND ALBANIA

The way political parties are financed has a direct impact on the quality of democracy. A transparent financing system helps prevent corruption, limits the undue influence of economic interest groups, and ensures fair competition among political parties (Transparency International, 2023).

In Italy, the issue of party financing has long been sensitive and highly debated. A decisive turning point came in 1992, when the Tangentopoli corruption scandal exposed the extent of a widespread system of illicit payments and unlawful political financing (Della Porta & Vannucci, 2007). Since then, several reform attempts have been undertaken.

Throughout the 1990s and 2000s, Italy adopted a generous model of direct public financing through electoral reimbursements and annual state contributions to political parties (Pasquino, 2019). However, following a succession of scandals and strong public pressure, direct public financing was abolished in 2013–2014 and replaced with a mixed system.

With Law No. 13 of 21 February 2014, adopted under the Letta Government, the system of electoral reimbursements and the annual state subsidies for political parties were abolished in their entirety. The reform introduced a transitional regime until 2017, after which all forms of direct public funding were completely discontinued (Pizzimenti & Rhodes, 2015).

Today, the system of political finance in Italy is structured around three principal pillars:

1. The “2 per mille” mechanism: taxpayers may voluntarily allocate 0.2% of their personal income tax (IRPEF) to a political party.
2. Private donations with tax incentives: individuals may contribute up to €30,000 annually and benefit from a 26% tax credit on such donations.
3. Mandatory transparency requirements: to access these benefits, parties are obliged to publish certified financial statements and undergo external financial audits (Corte dei Conti, 2022).

Despite the abolition of direct public funding, the state continues to provide indirect forms of support to political parties, notably through public funds allocated to parliamentary groups for their administrative activities and free broadcasting time granted to parties during electoral campaigns (OSCE/ODIHR, 2021).

Following the abolition of direct public funding, Italy has implemented an indirect system relying on electoral reimbursements and tax incentives for private donations. While intended to increase responsibility and transparency, this shift has also created new vulnerabilities, such as the growing influence of affluent economic actors, less regulated lobbying activity, and increased dependence of parties on private contributions (Vannucci, 2017). These dynamics pose risks to democratic equality and may distort political competition.

One of the most significant challenges in the Albanian political system is the lack of transparency in party financing, particularly during electoral campaigns. Although on paper,

Albania has a relatively advanced legal framework, in practice, there is a sharp discrepancy between the written rules and their implementation.
Various international reports—particularly those issued by the OSCE/ODIHR—have repeatedly identified instances of opaque funding originating from private companies that are often politically or economically linked to candidates (OSCE/ODIHR, 2021).
Such financial contributions are frequently concealed through a variety of mechanisms, including: fictitious or artificially constructed contractual arrangements, designed to disguise the true nature or source of the funds; indirect or intermediated forms of sponsorship, often channeled through third parties or affiliated entities and in-kind contributions, such as free advertising, transportation, hospitality, or other logistical services that effectively function as undeclared financial support.
The result is a high risk of conflicts of interest: donors often expect concessions, public tenders, or other forms of preferential treatment in return. This dynamic undermines equality among political parties, distorts electoral competition, and erodes public trust in democratic processes (Transparency International, 2023).
At first glance, the Albanian model appears to be the opposite of the Italian one. It relies on strong public financing and strict limitations on private donations, with the declared aim of reducing the influence of economically powerful or criminal groups (European Commission, 2024).
Key features of the Albanian system include:
• Public electoral funding for parties that obtain more than 1% of the vote, distributed according to mandates and vote shares.
• Annual public financing for the regular activities of political parties, also tied to electoral performance.
• Strict limits on private donations: up to 1 million lek (approximately €10,000) per donor per campaign.
• Spending ceilings: each party may spend a maximum of five times the amount of public funds it receives.
• Mandatory financial transparency: parties must disclose and certify their financial statements, while contributions and expenditures are audited by a financial oversight structure within the Central Election Commission (CEC) (KQZ, 2022).
In recent years, under EU encouragement, Albania has established specialized offices for electoral crime and strengthened institutional cooperation to combat vote-buying and the unlawful use of funds. However, challenges remain significant and require bolder and more effective solutions (European Commission, 2024).
During the 2021 elections, numerous allegations were reported, including vote-buying by political parties, with several investigations launched, clientelistic use of public resources to secure support (promised jobs, personal favors), and widespread impunity for electoral offenses (Freedom House, 2023). These issues highlight persistent weaknesses in political finance oversight and illustrate how corruption, clientelism, and weak enforcement continue to affect the integrity of elections in Albania.

CONCLUSIONS

The comparison between Italy and Albania shows that, despite their very different histories and contexts, both countries face similar challenges in the functioning of representative democracy. Italy, as a consolidated democracy, is confronted today with increasing political fragmentation, declining voter turnout, and the need to ensure greater transparency in private party financing following the abolition of direct public funding. Meanwhile, Albania, which continues its post-communist reform trajectory, has taken important steps toward European standards but still

struggles with institutional weaknesses, limited accountability, and the strong influence of private interests on electoral processes.

In both contexts, electoral promises, the regulation of political finance, and the quality of the electoral system emerge as key elements for the vitality of democracy. When these mechanisms operate in a balanced way — through fair rules, equal competition, and genuine implementation of political commitments — democracy regenerates and strengthens public trust. When any one of these components falters, democracy risks weakening and losing its legitimacy.

Looking ahead, it remains essential to monitor indicators such as voter turnout, levels of corruption, transparency in political financing, and the degree to which government programs are fulfilled. Only by strengthening institutions, increasing public trust, and ensuring electoral fairness and integrity can a functional and sustainable democracy be built — one in which elections serve as a genuine instrument of representation rather than a mere formal ritual.

REFERENCES

Cartocci, R., & Baldini, G. (2020). *La politica in Italia: I fatti dell'anno e le interpretazioni*. Il Mulino.

Corte dei Conti. (2022). *Relazione sul finanziamento ai partiti politici in Italia*. Corte dei Conti.

Dahl, R. A. (1989). *Democracy and its critics*. Yale University Press.

Della Porta, D., & Vannucci, A. (2007). Corruption and anti-corruption: The political defeat of Clean Hands. *West European Politics, 30*(4), 830–853.

European Commission. (2023). *Albania 2023 progress report*. Publications Office of the European Union.

European Commission. (2024). *Albania 2024 progress report*. Publications Office of the European Union.

Freedom House. (2023). *Nations in transit: Albania*. Freedom House.

Held, D. (2006). *Models of democracy* (3rd ed.). Polity Press.

Ipsos. (2023). *Survey on trust in government and fulfillment of political promises in Italy*. Ipsos Italy.

Ipsos. (2023). *Trust and government performance survey*. Ipsos Italy.

KQZ. (2022). *Raport vjetor mbi financimin e partive politike*. Komisioni Qendror i Zgjedhjeve.

Levitsky, S., & Ziblatt, D. (2018). *How democracies die*. Crown.

Mansbridge, J. (2003). Rethinking representation. *American Political Science Review, 97*(4), 515–528.

Ministero dell'Interno. (2025). *Relazione sui referendum abrogativi dell'8–9 giugno 2025*. Governo Italiano.

Mudde, C., & Kaltwasser, C. R. (2017). *Populism: A very short introduction*. Oxford University Press.

Naurin, E. (2011). *Election promises, party behaviour, and voter reactions*. Palgrave Macmillan.

Norris, P., & Inglehart, R. (2019). *Cultural backlash: Trump, Brexit, and authoritarian populism*. Cambridge University Press.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2022). *Building trust in public institutions*. OECD Publishing.

OSCE/ODIHR. (2021). *Election observation mission final report: Albania parliamentary elections*. OSCE Office for Democratic Institutions and Human Rights.

OSCE/ODIHR. (2021). *Election observation mission final report: Italy*. OSCE Office for Democratic Institutions and Human Rights.

Pagella Politica. (2024). *Rapporto sullo stato delle promesse elettorali 2022–2024*. Pagella Politica.

Pasquino, G. (2019). *La democrazia esigente: Liberi e uguali*. Einaudi.

Pasquino, G. (2020). *Politics and governance in Italy*. Palgrave Macmillan.
Pizzimenti, E., & Rhodes, M. (2015). Party financing and political corruption in Italy. *South European Society and Politics, 20*(2), 237–255.
Przeworski, A., Stokes, S. C., & Manin, B. (Eds.). (1999). *Democracy, accountability, and representation*. Cambridge University Press.
Rousseau, J.-J. (2003). *The social contract* (G. D. H. Cole, Trans.). Dover. (Original work published 1762)
Sejdini, L. (2022). Clientelism and electoral behaviour in Albania. *Journal of Balkan Politics, 7*(2), 45–62.
Thomson, R., Royed, T. J., Naurin, E., Artés, J., Costello, R., Ennser-Jedenastik, L., Woldendorp, J. (2020). *The fulfillment of electoral promises*. Oxford University Press.
Transparency International. (2023). *Corruption Perceptions Index 2023*. Transparency International.
Vannucci, A. (2017). *The political economy of corruption in Italy*. Routledge.

MASTER ATLETLERİN MARATONLARA KATILIM MOTİVASYONLARI
MOTIVATIONS FOR MASTER ATHLETES TO PARTICIPATE IN MARATHONS

Arif ÇETİN
Doç. Dr., Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Spor Yöneticiliği Bölümü

ÖZET
Master atletler, rekreatif amaçlarla düzenlenen ve yüksek katılımcı sayısına sahip spor etkinliklerinde yer almaktadır. Bu etkinlikler içinde maraton, master atletlerin en çok tercih ettiği branşların başında gelmektedir. Bu araştırmanın amacı ise master atletlerin maratonlara katılım motivasyon kaynaklarını derinlemesine incelemektir.
Bu çalışmada, maratonlara en az bir kez katılmış olan dokuz master atlet ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Veriler bu mülakatlardan elde edilmiştir.
Master atletlerin maratona katılma kararlarını etkileyen faktörlerin ise maraton deneyimleri, fiziksel sağlık, sosyal etkileşim, aidiyet, kişisel gelişim, başarma arzusu, yardımseverlik, toplumsal katkı olduğu tespit edilmiştir.
Sonuç olarak, araştırmanın bulguları fiziksel sağlık ve zindelikten sosyal ilişkiler ve aidiyet duygusuna, bireysel gelişimden toplumsal sorumluluklara uzanan geniş bir yelpazede, maraton koşmanın master atletler için önemli faydalar sağladığını göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Master Atlet, Maraton, Geniş Katılımlı Spor Etkinlikleri, Motivasyon

ABSTRACT
Master athletes participate in sporting events organised for recreational purposes and with high participant numbers. Among these events, the marathon ranks as the most preferred discipline for master athletes. The aim of this study is to examine in depth the sources of motivation for master athletes' participation in marathons.
In this study, semi-structured interviews were conducted with nine master athletes who had participated in marathons at least once. The data were obtained from these interviews.
The factors influencing master athletes' decisions to participate in marathons were found to be marathon experience, physical health, social interaction, belonging, personal development, desire to succeed, altruism, and social contribution.
In conclusion, the findings of the research demonstrate that marathon running provides significant benefits for master athletes across a wide range, from physical health and fitness to social relationships and a sense of belonging, and from personal development to social responsibility.
Keywords: Master Athlete, Marathon, Mass Participant Sports Events, Motivation

GİRİŞ
Master atletler, 35 yaş ve üstü kişilerden oluşan ve genellikle rekreatif amaçla geniş katılımlı spor etkinliklerine katılım gösteren atletlerdir. Bu geniş katılımlı spor etkinlikleri arasında maraton, önemli bir spor etkinliği olarak öne çıkmaktadır.
Son otuz yılda yol koşularına katılan master atletlerin sayısı sürekli olarak artmıştır (Şallı, 2020). Nitekim 40 yaşın üzerindeki erkek atletlerin bitişe ulaşma oranı, 40 yaşın altındakilerden sıklıkla daha yüksektir. New York Maratonu'nda, erkek master koşucular artık toplam erkek finişe ulaşanların %50'sinden fazlasını oluştururken, kadın master sporcular ise toplam kadın finişe ulaşanların %40'ını oluşturmaktadır (Lepers ve Cattagni, 2012).

Türkiye'de de master atletlerin geniş katılımlı spor etkinliklerine katılımı son derece yüksektir. Maratonun yanında, yarı maraton, 10 km gibi farklı mesafelerdeki yol koşularının da en büyük katılımcı grubunu master atletler oluşturmaktadır. İstanbul Maratonu'nda master atletler, genel klasmanın yanında 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, 75-79 kategorilerinde ayrıca tasnif edilmektedir. 2024 yılında koşulan İstanbul Maratonu'nun 4.197 maraton katılımcısının 3.202'nin (%76,28) master atletlerden oluştuğu görülmektedir.
Maraton koşularına katılım özellikle profesyonel atlet olmayan ancak sağlık, sosyal ve kişisel nedenlerle koşmayı sürdüren rekreasyonel sporcular arasında küresel olarak artmıştır. Bu katılımcıların motivasyonlarını anlamak, etkili müdahaleler tasarlamak ve fiziksel aktiviteye ömür boyu katılımı desteklemek için çok önemlidir.
İstanbul Fun Run Bebek Etabı'nda rekreatif amaçla koşan katılımcılar arasında yapılan yakın tarihli bir araştırma, motivasyonun öz saygı, tanınma, kişisel başarı ve rekabet alt boyutlarında koşucuların yaşam memnuniyeti üzerinde olumlu ve önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Koşucular, aldıkları takdir ve kişisel başarı duygusunun genel refahlarına önemli ölçüde katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Motivasyon ve yaşam memnuniyeti arasındaki bu ilişki, rekreasyonel sporcular için motivasyonun çok boyutlu doğasını vurgulayan daha geniş literatür tarafından da desteklenmektedir (Şallı, 2020).
Maraton ile birçok özelliği paylaşan ultramaraton etkinliklerinde, özellikle yaşlı koşucular için öz saygı, aidiyet, kişisel hedeflerin gerçekleştirilmesi, sağlık odaklılık, yaşamın anlamı ve kendiyle rekabet gibi faktörlerin en önemli motivasyon kaynakları olduğu bulunmuştur. Cinsiyet ve eğitim durumu da rol oynamıştır. Erkek koşucular rekabetten daha fazla motive olurken, daha yüksek eğitim düzeyi kilo endişeleriyle ilişkilendirilmiştir (Çetin ve Özman, 2019; Düz ve ark., 2024).
Özetle, literatür rekreasyonel maraton koşucularının içsel ve dışsal faktörlerin bir kombinasyonu tarafından motive edildiğini tutarlı bir şekilde ortaya koymaktadır. İçsel motivasyonlar arasında kişisel başarı, öz saygı, hedeflerine ulaşma ve yaşamdan memnuniyet arzusu yer almaktadır. Dışsal motivasyonlar ise genellikle sosyal tanınma, başkalarıyla rekabet ve sağlıkla ilgili hedefleri içermektedir.
Bu araştırmanın amacı ise master atletlerin maratonlara katılım motivasyon kaynaklarını derinlemesine incelemektir.

YÖNTEM

Bu araştırma, master atletlerin maratonlara katılım motivasyonlarını incelemek için yarı yapılandırılmış görüşmelere dayalı bir çalışmadır. Araştırma sürecinde, konunun ayrıntılı ve derinlemesine incelenmesine olanak tanıyan içerik analizi benimsenmiştir. İçerik analizi, bireylerin inançlarını, düşüncelerini, duygularını ve deneyimlerini inceleyen sistematik bir yöntemdir ve mevcut gelişmeleri yakalayarak zengin ve ayrıntılı içgörüler sunmaktadır (Patton, 2014). Bu çalışmanın kapsamında, master atletlerin maratonlara katılım motivasyonları hakkında derinlemesine veri toplamak için 9 master atlet ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır.
Veriler, daha önce en az 1 kez maratona katılmış olan master atletlerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla elde edilmiştir. Görüşmelerden önce, çalışmanın amacı tüm katılımcılara açıkça açıklanmıştır. Görüşmeler yaklaşık 10 ila 15 dakika sürmüştür. Kaydedilen görüşmeler kelimesi kelimesine yazıya dökülmüştür. Katılımcıların verdikleri yanıtlar temel alınarak ortak özellikler incelenmiş, temalar ve kodlar geliştirilmiştir. Yazıya dökülen metinler, toplanan verileri sistematik olarak yorumlamak için çıkarılan kavramları ve ilişkileri iyileştirmeyi amaçlayan tümevarımsal içerik analizi kullanılarak incelenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Verilerin analizi için tematik çerçeve belirlenmiş ve her bir tema için kodlar oluşturulmuştur. Kodlar görüşe yapılan master atletler için K1, K2, K3… şeklinde belirtilmiştir.

BULGULAR

Master atletlerin demografik bilgilerine ilişkin veriler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Bilgileri

Kod	Cinsiyet	Yaş	Eğitim Durumu	Medeni Durum	Meslek
K1	Kadın	38	Yüksek Lisans	Bekâr	Öğretmen
K2	Erkek	40	Yüksek Lisans	Evli	Etkinlik Yöneticisi
K3	Erkek	72	Üniversite	Dul	Emekli
K4	Erkek	62	Doktora	Evli	Öğretim Üyesi
K5	Erkek	36	Yüksek Lisans	Evli	Spor Yöneticisi
K6	Kadın	62	Yüksek Lisans	Evli	Emekli
K7	Erkek	67	Ortaokul	Evli	Emekli
K8	Kadın	49	Lisans	Evli	Grafik Tasarımcısı
K9	Kadın	47	Yüksek Lisans	Bekâr	Diyetisyen

Tablo 1'de yer alan demografik bilgilere göre araştırmada 5'i erkek, 4'ü kadın olmak üzere toplamda 9 katılımcıdan oluşmaktadır. Katılımcıların yaşları 36 ile 72 arasında değişmektedir. 8 katılımcı lisans, yüksek lisans ve doktora derecesine sahipken 1 katılımcı ortaokul mezunudur. 3 katılımcı emekliyken diğer katılımcılar beden eğitimi öğretmeni, spor yöneticisi, akademisyen, etkinlik yöneticisi, diyetisyen, grafik tasarımcısı gibi çeşitli meslek gruplarından oluşmaktadır.

Master atletlerin spor alışkanlıkları ve maraton katılımlarına ilişkin bilgiler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2. Katılımcıların Spor Alışkanlıkları ve Maraton Katılımlarına İlişkin Bilgileri

Kod	Haftalık Spor Sıklığı	Katıldığı Maraton Sayısı	Katılım Türü	Özel Antrenman Programı	Katılım Kararını Etkileyen Faktör
K1	4 gün	4 maraton	Bireysel	Hayır	Sosyal Çevre
K2	5 gün	7 maraton	Bireysel	Hayır	Sağlık ve kişisel gelişim
K3	6 gün	30 maraton	Bireysel ve topluluk	Evet	Sağlık, sosyal çevre, kişisel gelişim, hayırseverlik
K4	7 gün	50 ve üzeri maraton	Bireysel ve topluluk	Evet	Sağlık ve zindelik
K5	2 gün	8 maraton	Bireysel	Hayır	Sağlık ve zindelik
K6	6 gün	28 maraton	Topluluk	Evet	Hobi
K7	5 gün	100 ve üzeri maraton	Bireysel ve topluluk	Evet	Sağlık, sosyal çevre, kişisel gelişim, hayırseverlik, motivasyon
K8	5 gün	3 maraton	Topluluk	Hayır	Kişisel gelişim ve sağlıklı yaşam
K9	4 gün	1 maraton	Bireysel	Hayır	Sağlık ve zindelik

Tablo 2, katılımcıların spor alışkanlıkları ve maraton koşusuna katılımları ile ilgili bilgi vermektedir. Haftalık spor aktivitesi sıklığı 2-7 gün arasında değişmekte olup katılımcıların çoğunluğu (n=6) haftada en az beş gün fiziksel aktivite yapmaktadır. Maraton deneyimi, örneklem grubunda maratonlara katılım 1 maratondan (K9) 100'ün üzerinde (K7) maratona

kadar değişmektedir. Katılımcıların önemli bir kısmı maratonlara bireysel olarak katılmaktadır (n=4), diğerleri ise ya hem bireysel hem de topluluk (n=3) ya da sadece bir toplulukla (n=2) katılmaktadır. Özellikle katılım düzeyi daha yüksek olan 4 katılımcı özel bir antrenman programı izlediklerini bildirmişlerdir. Maratona katılımı etkileyen motivasyon faktörleri arasında ise sağlık ve zindelik (n=7), kişisel gelişim (n=4), sosyal çevre (n=3), hayırseverlik (n=2) ve hobiye (n=1) gibi çeşitli nedenler belirtilmiştir.

Master atletlerin maratonlara katılım motivasyonlarına ilişkin görüşleri bağlamında oluşturulan tablolar aşağıda yer almaktadır. Master atletlerin maraton katılımının fiziksel sağlık durumundaki değişimlere ilişkin dağılımı Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Maraton Katılımının Fiziksel Sağlık Durumundaki Değişimlere İlişkin Dağılımı

Tema 1	Kodlar	n	%
Maraton Katılımının Fiziksel Sağlık ve Yaşam Tarzı Üzerindeki Etkileri	Spor disiplininin ve düzenli egzersiz alışkanlığının gelişmesi (K1, K2, K3, K4, K5, K7, K8, K9)	8	89
	Zihinsel sağlık ve psikolojik rahatlama (K2, K3, K4, K5, K6, K7, K9)	7	78
	Enerji ve genel sağlık durumunda artış (K1, K4, K5, K6, K8, K9)	6	67
	Fiziksel dayanıklılık ve güç kazanımı (K1, K2, K3, K4, K8)	5	56
	Uyku kalitesinde ve düzeninde iyileşme (K1, K4, K8, K9)	4	44
	Beslenme alışkanlıklarının düzenlenmesi (K4, K6, K8, K9)	4	44

Tablo 3 incelendiğinde, maratonlara katılan master atletlerin maraton katılımının fiziksel sağlık durumundaki değişimlere ilişkin dağılımda en çok %89 oranında spor disiplininin ve düzenli egzersiz alışkanlığının gelişmesi olduğu görülmüştür. Bunu %78 oranında zihinsel sağlık ve psikolojik rahatlamada iyileşme izlemektedir. Master atletlerin görüşlerinden alınan birebir alıntılar ise aşağıdaki gibidir.

"Uzun mesafe koşmak hem dayanıklılığımı hem de genel sağlığımı olumlu yönde etkiledi. Kendimi daha güçlü ve enerjik hissettim". (K1)

"Maratonun düzenli egzersizler yaparak sağlıklı bir biçimde yaşlanma ve konforlu bir yaşam sürdürebilmek için gerekli olduğunu düşünüyorum". (K3)

"Yıllar geçtikçe atletik form, performans artışı, sağlıklı uyku ve düşünsel performansta artış, stres azalması ve sakinlik". (K4)

"Genel kondisyonum arttı, bağışıklığım güçlendi, günlük yaşamda enerjim yükseldi". (K8)

Sosyal etkileşim ve toplumsal aidiyet açısından maraton katılımının rolüne ilişkin dağılımı Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Sosyal Etkileşim ve Toplumsal Aidiyet Açısından Maraton Katılımının Rolüne İlişkin Dağılımı

Tema 2	Kodlar	n	%
Sosyal Etkileşim ve Toplumsal Aidiyet Açısından Maraton Katılımının Rolü	Çevrenin teşvik edici etkisi (K1, K2, K4, K5, K6, K8, K9)	7	78
	Yeni sosyal ilişkiler ve dostlukların kurulması (K2, K3, K4, K7, K8, K9)	6	67
	Topluluk hissiyatının güçlenmesi (K3, K4, K5, K7)	4	44
	Motivasyonun ve hedef odaklı çalışmanın artması (K2, K8)	2	22

Tablo 4 incelendiğinde, maratonlara katılan master atletlerin sosyal etkileşim ve toplumsal aidiyet açısından maraton katılımının rolüne ilişkin dağılımda en çok %78'inin çevrenin teşvik edici etkisini vurguladığı görülmüştür. Bunu %67 oranıyla yeni sosyal ilişkiler ve dostlukların kurulması, %44 oranıyla topluluk hissiyatının güçlenmesi ve %22 oranıyla motivasyon ve hedef odaklı çalışmanın artması izlemektedir.

"Özellikle koşu yapan arkadaş çevrem beni teşvik etti". (K1)

"Evet, koşu kulübüm ve eşim beni motive etti". (K8)

"Sosyal çevrenin genişlemesi neticesinde çok fazla arkadaş ve dost edinme, fikirlerin paylaşılması, hayat tecrübesinin artması". (K3)

"Farklı meslek gruplarından farklı isimlerle tanışma fırsatım oldu." (K5)

Maratonun bireysel gelişim ve içsel tatmin üzerindeki etkisine ilişkin dağılımı Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Maratonun Bireysel Gelişim ve İçsel Tatmin Üzerindeki Etkisine İlişkin Dağılımı

Tema 3	Kodlar	n	%
Maratonun Bireysel Gelişim ve İçsel Tatmin Üzerindeki Etkisi	Disiplin, sabır ve kararlılığın gelişimi (K1, K3, K4, K6, K8, K9)	6	67
	Hedef belirleme ve başarı algısı (K1, K2, K5, K8, K9)	5	56
	Özgüven kazanımı (K2, K6, K8, K9)	4	44
	Maratonun bireysel anlamı ve yaşam disiplini (K1, K7)	2	22

Tablo 5 incelendiğinde, maratonlara katılan master atletlerin maratonun bireysel gelişim ve içsel tatmin üzerindeki etkisine ilişkin dağılımı en çok %67 oranında disiplin, sabır ve kararlılığın gelişimi olduğu görülmüştür. Bunu %56 oranında ise hedef belirleme ve başarı algısı olduğu görülmüştür. Master atletlerin görüşlerinden alınan birebir alıntılar ise aşağıdaki gibidir.

"Sabretmeyi, süreç odaklı olmayı ve düzenli çalışmanın önemini bir kez daha öğretti." (K1)

"Maraton hazırlık sürecindeki koşuları ve yaşam biçimiyle bir bütün, disiplindir." (K4)

"Özgüvenimi artırdı, disiplini öğretti ve sınırlarımı genişletmemi sağladı." (K8)

"Başarı benim için hedef koyup o hedefi gerçekleştirmektir." (K9)

Master atletlerin hayırseverlik ve toplumsal katkı açısından maraton katılımının rolüne ilişkin dağılımı Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Yardımseverlik ve Toplumsal Katkı Açısından Maraton Katılımının Rolüne İlişkin Dağılımı

Tema 4	Kodlar	n	%
Yardımseverlik ve Toplumsal Katkı Açısından Maraton Katılımının Rolü	Maratonun toplumsal farkındalık yaratma aracı olması (K1, K2, K3, K4, K5, K6, K8, K9)	8	89
	Sosyal sorumluluk projelerine aktif katılım (K1, K3, K4, K5, K6, K8)	6	67
	Spor kültürünün yaygınlaşmasına katkı sağlama arzusu (K1, K2, K4, K5, K6)	5	56
	Maraton yoluyla sosyal gönüllülüğe dolaylı katkı (K2, K6, K8)	3	33

Tablo 6 incelendiğinde, master atletlerin hayırseverlik ve toplumsal katkı açısından maraton katılımının rolüne ilişkin dağılımı en çok %89 oranında maratonun toplumsal farkındalık yaratma aracı olması olduğu görülmüştür. Bunu %67 oranında ise sosyal sorumluluk projelerine aktif katılım olduğu görülmüştür. Master atletlerin görüşlerinden alınan birebir alıntılar ise aşağıdaki gibidir.

"STK'lar ve yardım kuruluşları adına bağış toplama koşularına katıldım." (K1)

"Maratonların özellikle bağış kampanyaları açısından toplumda büyük etki yarattığını düşünüyorum." (K8)

"Maratonlar atletizm ve sporun toplumların üst kültürlerinin ifadesi olması açısından en önemli parametrelerden biridir." (K4)

"Spor gönüllüsü olarak birçok arkadaşımı maraton gönüllüsü olarak görev almasını sağladım." (K2)

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmanın amacı, master atletlerin maratonlara katılım motivasyon kaynaklarını derinlemesine incelemektir.

Master atletlerin maratonlara katılım motivasyonlarının incelendiği bu araştırmada elde edilen bulgulara göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Araştırmaya katılan master atletler çeşitli meslek gruplarından oluşmakta olup büyük çoğunluğu lisans ve lisansüstü eğitime sahiptir. Katılımcıların önemli bir bölümü haftanın en az dört günü düzenli olarak fiziksel aktivite yapmakta ve maratonlara bireysel veya toplulukla katılım göstermektedir. Özellikle katılım düzeyi yüksek olan atletlerin özel antrenman programları takip ettikleri ve motivasyonlarının sağlık, kişisel gelişim, sosyal çevre ve hayırseverlik gibi çeşitli faktörlere dayandığı belirlenmiştir.

Araştırma bulgularına göre, master atletlerin maraton katılımı fiziksel sağlık ve yaşam tarzı üzerinde önemli olumlu değişikliklere yol açmaktadır. Katılımcıların büyük bir çoğunluğu düzenli egzersiz alışkanlığı kazandıklarını, genel sağlık durumlarının ve enerjilerinin arttığını, zihinsel sağlık ve psikolojik rahatlama yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca fiziksel dayanıklılık ve güç kazanımı, uyku kalitesinde artış ve beslenme alışkanlıklarında olumlu değişimler de sıkça vurgulanmıştır.

Master atletler, maraton deneyimlerinin fiziksel sağlık ve yaşam tarzı üzerinde belirgin olumlu etkiler dile getirmiştir. Nitekim katılımcıların büyük çoğunluğu %89'u, düzenli egzersiz alışkanlığı kazanma ve bir spor disiplini geliştirme sürecinde maratonların kritik rol oynadığını belirtmiştir. Ayrıca katılımcıların %78'i uzun mesafe koşularına katılımın zihinsel sağlıklarını ve psikolojik rahatlamalarını desteklediğini ifade etmiştir. Enerji düzeyinde ve genel sağlık durumunda artış %67 ile fiziksel dayanıklılık ve kuvvette kazanım %56 ile somut faydalar da sıkça dile getirilmiştir.

Bu bulgular, literatürde yer alan benzer çalışmalarla uyumludur. Örneğin yaşlı yetişkin bireylerde yapılan çalışmalar, düzenli koşu ve fiziksel aktivitenin kardiyovasküler riskleri azaltabildiğini ve genel sağlık durumunu iyileştirdiğini göstermektedir (Deck ve ark., 2023; Geard ve ark., 2017). Master atletlerin genel popülasyona kıyasla daha düşük vücut kitle indeksine ve daha iyi kan basıncına sahip oldukları; kalp hastalıkları, diyabet ve kireçlenme gibi kronik rahatsızlıklara yakalanma risklerinin daha düşük olduğu bulunmuştur (Geard ve ark., 2017). Rozmiarek ve arkadaşlarının (2021) 50 yaş üstü koşucularla yaptığı araştırmada, genel sağlık isteği ve kilo kontrolü ile özsaygı kazanımı ve stresle başa çıkmanın bu yaş grubundaki sporcular için temel motivasyon kaynakları olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmanın bulguları da benzer şekilde, master atletlerin düzenli koşu sayesinde hem fiziksel açıdan daha güçlü ve enerjik hissettiklerini hem de zihinsel olarak rahatlama ve stres yönetimi konusunda fayda gördüklerini göstermektedir.

Maratonlara katılımın sosyal etkileşim ve aidiyet duygusu üzerindeki etkileri de çalışmamızda net bir şekilde ortaya çıkmıştır. Katılımcıların %78'i, maratonlara katılım kararlarında ve bu kararı sürdürmelerinde sosyal çevrelerinin teşvik edici etkisinin önemli olduğunu belirtmiştir. Koşu arkadaşları, aile üyeleri veya koşu kulüplerine üyelik gibi unsurlar master atletleri motive eden başlıca sosyal etkenlerdir. Katılımcıların %67'si, maratonlar sayesinde yeni arkadaşlıklar ve sosyal ilişkiler kurduklarını ifade etmiştir. Bununla birlikte katılımcıların %44'ü topluluk hissiyatının güçlenmesini maratonlara katılımın önemli bir kazanımı olarak görmüştür. Hem grup antrenmanları hem de binlerce kişiyle aynı parkuru paylaşmanın, sporculara daha geniş bir topluluğun parçası olma duygusu kattığı anlaşılmaktadır. Ayrıca katılımcıların %22'si, maraton sürecinin motivasyonlarını ve hedef odaklı çalışmalarını artırdığını, bunun da sosyal etkileşimle ilişkili olduğu söylenebilir.

Elde edilen sosyal boyut bulguları, spor katılımının psiko-sosyal faydalarına ilişkin literatürle örtüşmektedir. İleri yaş sporcularında sağlık ve kendini geliştirme motivasyonları ön planda olsa da aidiyet ve sosyal destek unsurlarının spor yapma davranışını sürdürmede kritik rol oynadığı bilinmektedir. Yapılan bir araştırmada, master sporcular düzenli antrenman ve yarışma sayesinde güçlü bir arkadaşlık duygusu hissettiklerini ve bu sosyal bağların aktif kalmalarında önemli bir etken olduğunu belirtmişlerdir (Deck ve ark., 2023). Özellikle master atletler için maratonlar ve koşu kulüpleri, sosyal izolasyonu önleyen ve yeni dostluklar kurulmasını sağlayan önemli bir sosyal alanlardır.

Çalışmamızda master atletlerin maraton katılımından elde ettikleri bireysel gelişim ve içsel tatmin de dikkat çekicidir. Katılımcıların %67'si, maraton hazırlığı ve yarış sürecinin kendilerinde disiplin, sabır ve kararlılık gibi kişisel özellikleri geliştirdiğini belirtmiştir.

Bu bulgular, maraton koşmanın bireysel psikolojik gelişime katkısını vurgulayan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Dayanıklılık sporlarına uzun süreli katılımın, bireylerde sebat etme, öz-denetim ve hedef odaklılık gibi özellikleri geliştirdiği bilinmektedir. Literatürde, maraton koşucularının antrenman sürecinde edindikleri disiplin ve zorluklarla başa çıkma becerilerini günlük yaşamlarındaki diğer alanlara da aktarabildikleri belirtilmiştir. Çalışmamızdaki bulgulara benzer şekilde, Deck ve arkadaşları (2023), master sporcuların spor yoluyla öz güven kazandıkları ve özellikle kadın sporcuların ileri yaşlarda spora katılım sayesinde kendilerini daha güçlü ve özgüvenli hissettiklerini rapor etmiştir. Benzer şekilde Rozmiarek ve arkadaşları

(2021), yaşlı koşucularda özsaygı ve hayata anlam katma boyutlarının üst sıralarda olduğunu belirlemişlerdir. Bu durum, maraton koşmanın bireyler için bir kendini gerçekleştirme aracı niteliği taşıdığını göstermektedir. Maratonu tamamlamak, kişinin kendi sınırlarını aşması, potansiyelini keşfetmesi ve içsel bir tatmin duygusu yaşaması anlamına gelmektedir.
Master atletlerin maratonlara katılım motivasyonlarının bir diğer dikkat çekici boyutu ise hayırseverlik ve toplumsal katkı sağlama isteğidir. Katılımcıların %89'u, maratonların toplumsal farkındalık yaratma aracı olabileceğini belirtmiştir. Bu durum, master atletlerin maratonları belirli sosyal sorumluluk mesajlarını yaymak veya toplumda farkındalık oluşturmak için bir fırsat olarak gördüklerini göstermektedir. Özellikle büyük şehir maratonlarının çeşitli vakıf ve derneklerle iş birliği yaparak bağış toplama süreçlerini desteklemesi, bu tür motivasyonların yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Filo ve arkadaşları (2011), yardımseverlik temelli spor etkinliklerinin katılımcılar için güçlü bir motivasyon kaynağı olduğunu vurgulamaktadır.
Genel olarak, maratonlara katılımın hayırseverlik ve toplumsal katkı boyutu, literatürdeki hedef odaklı motivasyon kavramıyla örtüşmektedir. Çalışmamızda master atletler, koştukları maratonları anlamlı ve daha büyük bir amaca hizmet etmek isteğiyle hareket ettiklerini açıkça belirtmiştir.
Sonuç olarak araştırmanın bulguları, fiziksel sağlık ve zindelikten sosyal ilişkiler ve aidiyet duygusuna, bireysel gelişimden toplumsal sorumluluklara uzanan geniş bir yelpazede maraton koşmanın ileri yaşlardaki bireyler için önemli faydalar sağladığını göstermektedir.
Bunun yanında bu çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Örneklem sayısının sınırlı oluşu ve verilerin nitel ağırlıklı olması, sonuçların genellenebilirliğini kısmen kısıtlayabilir. Ancak elde edilen temalar ve bulgular, farklı çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında büyük ölçüde tutarlılık göstermektedir. Gelecekte, daha geniş örneklemlerle ve farklı kültürlerde yapılacak araştırmalar, master atletlerin motivasyon ve deneyimlerini daha ayrıntılı bir biçimde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Çetin, A., Özman, C. (2019). Koşucuların ultra-maraton etkinliklerine katılmalarındaki motivasyonel boyutlar ve bu boyutların onların yaşam doyumları ve başarı algılarıyla karşılaştırılması. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 17*(2), 177–187. https://doi.org/10.33689/spormetre.531348

Deck, S., Doherty, A., Hall, C., Schneider, A., Patil, S., Belfry, G. (2023). "Older, Faster, Stronger": The multiple benefits of masters sport participation. *Journal of Aging and Physical Activity, 31*(5), 786–797. https://doi.org/10.1123/japa.2022-0078

Düz, S., Kınacı, A. E., Özdurak Sıngın, R. H., Tozoğlu, B. (2024). Motivational Factors for Running an Ultramarathon as a Recreational Activity. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi.* https://doi.org/10.38021/asbid.1555510

Filo, K., Funk, D. C., O'Brien, D. (2011). Examining motivation for charity sport event participation: A comparison of recreation-based and charity-based motives. *Journal of Leisure Research, 43*(4), 491–518.

Geard, D., Reaburn, P. R. J., Rebar, A. L., Dionigi, R. A. (2017). Masters athletes: Exemplars of successful aging? *Journal of Aging and Physical Activity, 25*(3), 490–500. https://doi.org/10.1123/japa.2016-0050

Lepers R, Cattagni T. (2012). Do older athletes reach limits in their performance during marathon running? *Age*, 34(3), 773-81. https://doi.org/10.1007/s11357-011-9271-z

Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). Sage Publications.

Rozmiarek, M., Poczta, J., Malchrowicz-Mośko, E. (2021). Motivations of Sports Volunteers at the 2023 European Games in Poland. *Sustainability*, *13*(11), 6406. https://doi.org/10.3390/su13116406

Şallı, A. O. (2020). Rekreatif koşucuların motivasyon boyutları ile yaşam doyumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi,* *2*(1), 9–17. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1013766

Yıldırım, A., Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. baskı). Seçkin Yayıncılık.

FARKLI ŞEKILLERE SAHIP MIKRO KANALLI ISI ALICILARININ HESAPLAMALI ISI TRANSFERI ANALIZI

COMPUTATİONAL HEAT TRANSFER ANALYSİS OF MİCROCHANNEL HEAT SİNKS WİTH DİFFERENT SHAPES

Arif Emre AKTAS
Dr. Öğr. Üyesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Bölümü

ABSTRACT

Heat sinks are one of the most efficient devices of thermal management engineering for passive cooling purposes. Their application areas include vehicle heat exchangers, electronic device cooling and aerospace industry. Geometrical modification of microchannels significantly influences fluid flow characteristics, pressure drop, and convective heat transfer performance. This study presents a three-dimensional computational analysis of microchannel heat sinks with various offset rib geometries, focusing on their flow and thermal performance under steady, laminar flow condition. The incompressible Navier–Stokes and energy equations were numerically solved to obtain detailed velocity, pressure, and temperature behavior for each microchannel configuration for single phase. Numerical code is validated with the experimental data from the literature. Key performance metrics, including Nusselt number and friction factor, were evaluated to quantify the heat transfer enhancement and hydraulic resistance associated with different shapes. The results reveal that geometric modification significantly alters thermal-hydraulic behavior, with certain channel designs offering improved convective heat transfer at the expense of increased pressure drop. Beyond electronics cooling, the findings have direct relevance for emerging automotive applications-particularly in electric vehicle battery thermal management, power electronics cooling.
Keywords: microchannel heat sink, CFD, heat transfer, pressure drop

ÖZET

Isı alıcıları, pasif soğutma amaçlı termal yönetim mühendisliğinin en verimli cihazlarından biridir. Uygulama alanları arasında taşıt ısı eşanjörleri, elektronik cihaz soğutması ve havacılık endüstrisi yer almaktadır. Mikro kanalların geometrik modifikasyonu, akışkan akış özelliklerini, basınç düşüşünü ve konvektif ısı transferi performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışma, çeşitli kanal çıkıntı geometrisine sahip mikro kanal ısı alıcılarının üç boyutlu hesaplamalı analizini sunmakta ve kararlı, laminer akış koşullarında akış ve termal performanslarını incelemektedir. Sıkıştırılamaz Navier-Stokes ve enerji denklemleri, tek fazlı her bir mikro kanal konfigürasyonu için ayrıntılı hız, basınç ve sıcaklık davranışlarını elde etmek amacıyla sayısal olarak çözülmüştür. Sayısal kod, literatürdeki deneysel verilerle doğrulanmıştır. Nusselt sayısı ve sürtünme faktörü gibi temel performans ölçütleri, farklı şekillerle ilişkili ısı transferi artışını ve hidrolik direnci ölçmek için değerlendirilmiştir. Sonuçlar, geometrik modifikasyonun termal-hidrolik davranışı önemli ölçüde değiştirdiğini ve belirli kanal tasarımlarının artan basınç düşüşü ile iyileştirilmiş konvektif ısı transferi sağladığını ortaya koymaktadır. Elektronik soğutmanın ötesinde, bulgular, özellikle elektrikli araç batarya termal yönetimi ve güç elektroniği soğutması gibi yeni otomotiv uygulamaları için doğrudan önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: mikro kanal ısı alıcı, HAD, ısı transferi, basınç düşüşü

GİRİŞ

Son yıllarda elektronik soğutma uygulamalarında mikroelektronik mekanik sistemlerin kullanımı termal yönetim sisteminde mühendisler için en iyi tercih haline getirmiştir. Elektronik devrelerde bulunan çiplerde ani olarak meydana gelen ısınmaların önlenmesinde mikro kanallı ısı değiştiriciler en iyi tercihlerden biri olmaktadır [1]. Cheng ve ark. [2] çıkıntılara ait açı, genişlik, derinlik, çıkıntı sayısından oluşan 4 farklı geometrik değişkenin kullanıldığı mikro kanallı ısı değiştiricilerin çok amaçlı optimizasyonunu fuzzy grey yaklaşımını kullanarak gerçekleştirilmiştir. Saha ve ark. [3] dik üçgen geometrili oluklardan oluşan silikon malzemeden yapılan mikro kanallı ısı değiştiricinin sayısal analizini gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışma en iyi termo-hidrolik performansa sahip üçgen oluk geometrisinin 15° açıya sahip olduğunu göstermiştir. Duan ve ark. [4] çarpma akışlı hava soğutmalı paralel plakaların kullanıldığı ısı alıcıların akış ve basınç düşümü performansını incelemiştir. Sonuçlar çarpma giriş genişliğinin artmasıyla basınç düşüşünün azaldığını ortaya koymuştur. Jing ve ark. [5] eliptik kesitli kanal geometrisine sahip mikro kanal ısı değiştiricilerinin sayısal analizini hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile incelemiştir. Sonuçlar uzunluk oranının artmasıyla ısı transfer performansının yükseldiğini ortaya koymuştur. Najafpour ve ark. [6] farklı nano akışkan ve kanatçık yapılarına sahip ısıl alıcısının termal ve akış performansını incelemiştir. Kahbandeh ve ark. [7] elektronik termal devrelerin termal yönetiminde kullanılan radyal yapılı manifolt mikro kanal ısı değiştiricilerinin sayısal analizini yerine getirmiştir. Elde edilen sonuçlar kavisli geometrinin ısı transferini %14,9 kadar arttırdığını göstermiştir. Fazli ve ark. [8] meşe şekilli mikro pinlerden oluşan ısı alıcısının sayısal analizini makine öğrenmesi yöntemiyle incelemiştir. Optimizasyon çalışması sonucunda en iyi ısıl performansa sahip tasarım Reynolds sayısı 465,8 iken 74,25 çaplı geometri ile elde edilmiştir. Chai ve ark. [9] periyodik olarak genişleyen ve daralan yapıdaki mikro kanallı ısı alıcılarının deneysel ve sayısal çalışmasını gerçekleştirmiştir. Yeni önerilen geometri ile ısıl giriş etkisinin düşürüldüğü ortaya çıkarılmıştır. Al-Baghdadi ve ark. [10] farklı nano akışkan tiplerini mikro kanallı ısı değiştiricilerinde sayısal olarak karşılaştırmışlardır. Chai ve ark. [11] dikdörtgen geometrili çıkıntıların bulunduğu mikro kanallı ısı alıcılarının sayısal çalışmasını yapmıştır.

Bu çalışmada 10,8 mm uzunluğunda 0,12 mm genişliğinde yarım elips, dikdörtgen ve üçgen yapıdaki çıkıntılara sahip farklı geometrilerden oluşan mikro kanallı ısı alıcısının termo-hidrolik performansı farklı Reynouls sayıları için sayısal olarak incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Matematiksel ve Fiziksel Model

Fiziksel model, 3 boyutlu mikro kanallı ısı değiştirici içerisindeki akışın sabit, sıkıştırılamaz ve laminer olduğu varsayılarak, kaldırma kuvveti, radyasyon ısı transferi ve yer çekimi ihmal edilerek tanımlanmıştır.

Yukarıdaki varsayımlar göz önüne alındığında, korunum denklemleri aşağıdaki gibi verilmiştir [11]:

Kütle korunumu:

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho_f u_i) = 0 \tag{1}$$

Momentum Korunumu:

$$\frac{\partial}{\partial x_j}(u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_i}\left[\mu_f\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\right]) \tag{2}$$

Enerji korunumu:

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho_f u_i c_{pf} T)\rho_f = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(k_f \frac{\partial T}{\partial x_i}\right) + \mu_f\left[2\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_i}\right)^2 + \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)^2\right] \tag{3}$$

Katı için: $\frac{\partial}{\partial x_i}\left(k_s \frac{\partial T}{\partial x_i}\right) = 0$ (4)

Burada ρ , p ve μ yoğunluk, basınç ve dinamik viskozitedir.

Reynolds sayısı şu şekilde tanımlanmıştır:

$$Re = \frac{\rho_f\, u_m\, D_h}{\mu_f} \tag{5}$$

Burada u_m ortalama akışkan hızıdır. Hidrolik çap D_h'nın tanımı şu şekildedir:

$$D_h = \frac{2WH}{(W+H)} \tag{6}$$

Burada W ve H sırasıyla mikro kanala ait genişlik ve yükseklikti r. Sürtünme katsayısının tanımı:

$$f = \frac{\Delta P}{2\rho u_m^2}\frac{D_h}{L} \tag{7}$$

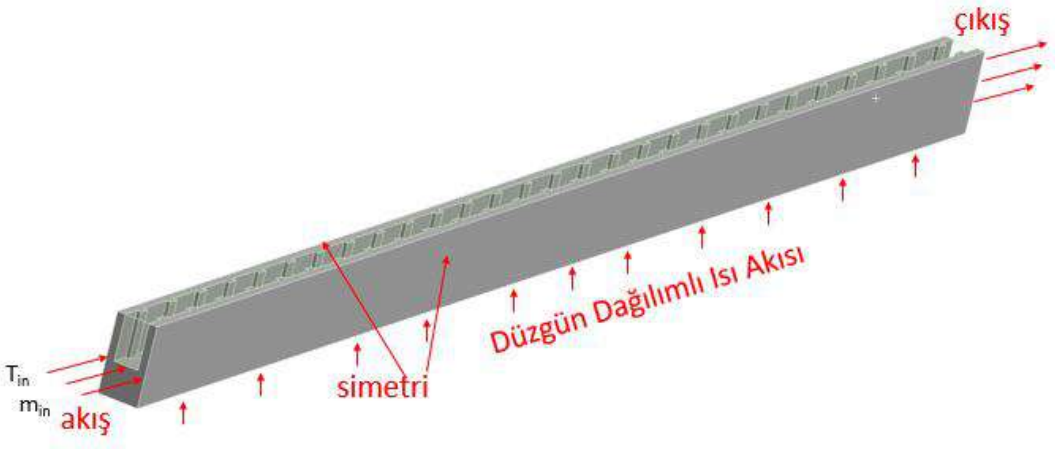
Şeklindedir. Burada ΔP ve L sırasıyla mikro kanalın giriş/çıkışının basınç farkı ve mikro kanal uzunluğudur. Ortalama ısı transfer katsayısı şu şekilde tanımlanmıştır:

$$h_{ave} = \frac{q\, A_q}{A_c(T_c - T_f)} \tag{8}$$

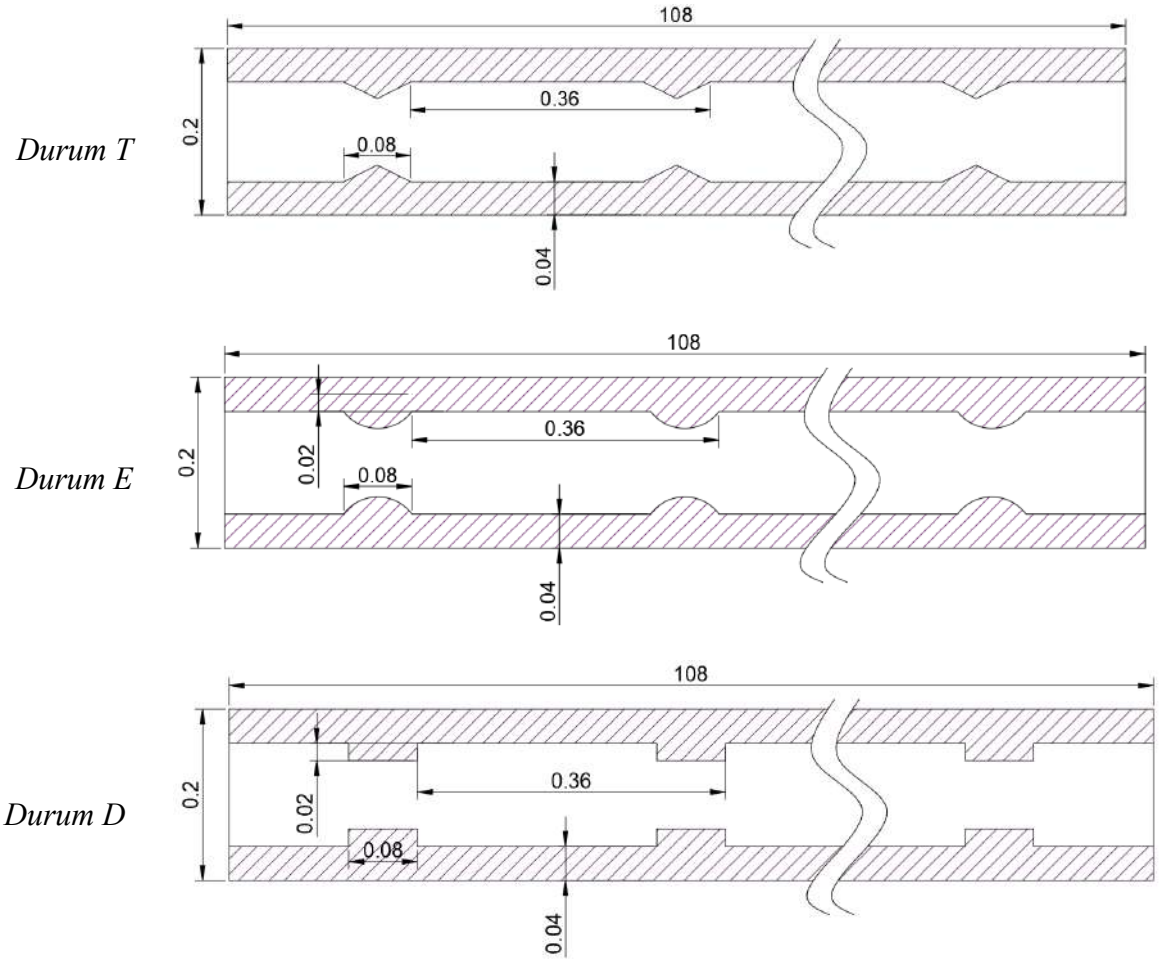
Burada q, A_q ve A_c sırasıyla kanalın alt kısmında tanımlanan ısı akısı, silikon kanalın alt yüzey alanı ve sıvı-katı arasındaki yüzey alanıdır. Böylece, Nusselt sayısı, *Nu* elde edilebilir.

$$Nu = \frac{h_{ave}\, D_h}{k} \tag{9}$$

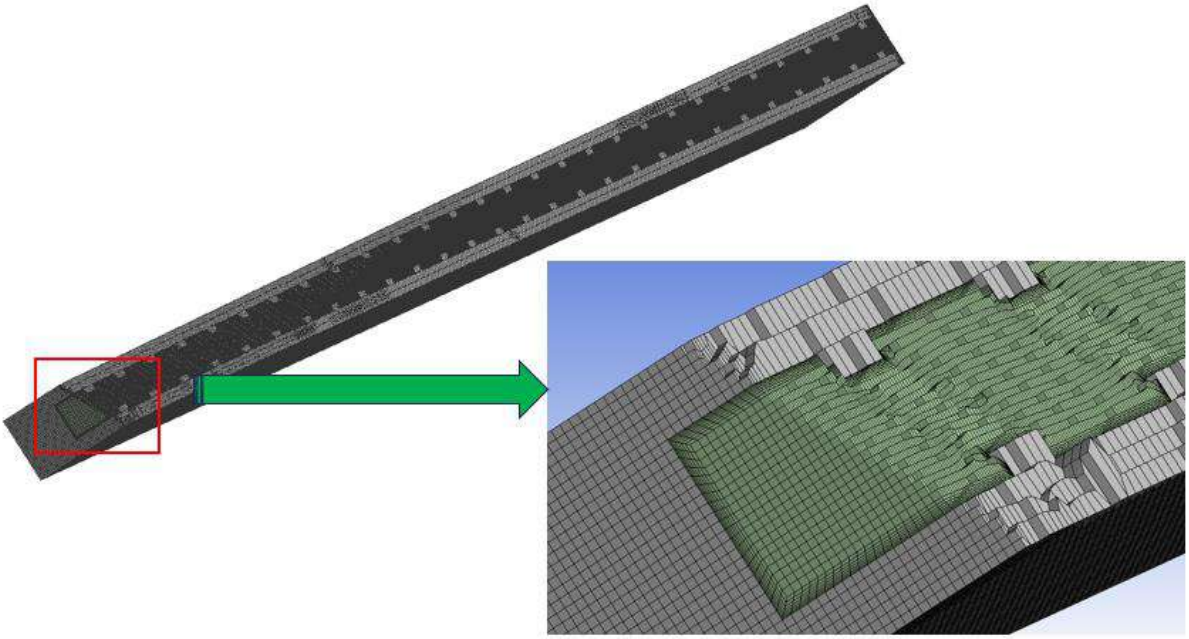
Hesaplama alanının üç boyutlu geometrisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Silikon malzemeden yapılmış kanal ve akış alanından oluşmaktadır. Çalışma akışkanı olan su, belirli bir giriş hızı u_g ve T_g sıcaklığıyla giriş yapmaktadır. Tekrarlı yapıdaki yan duvarlara simetri ve çıkışa çıkış basınç sınır şartı atanmıştır. Silikon kanalın alt kısmına düzgün dağılımlı sabit ısı akısı, q verilmiştir. İş akışkanı suyun akış sağladığı kanal uzunluğu, genişliği ve yüksekliği sırasıyla 10,8 mm, 0,12 mm ve 0,2 mm alınmıştır. Akışkanın giriş sıcaklığı ve silikon kanalın alt kısmında sabit düzgün dağılımlı ısı akısı sırasıyla 300 K ve $1x10^6$ W/m^2 olarak tanımlanmıştır. Şekil 2 karşılaştırılması yapılan üçgen, yarım elips ve dikdörtgen çıkıntılardan oluşan 3 farklı mikro ısı alıcısına ait kanal geometrisinin kesitini göstermektedir.



Şekil 1. Hesap alanının şematik görünümü ve sınır şartları.



Şekil 2. Üç farklı mikro kanallı ısı alıcısının kesit görünümü



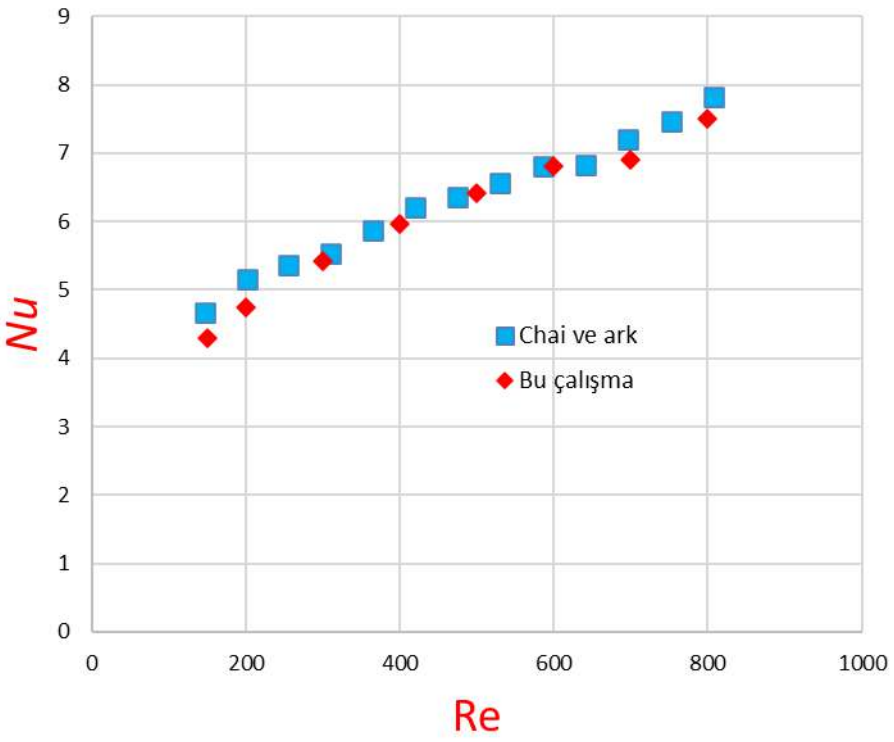
Şekil 3. Ağ yapısı ve hesaplama alanı.

Şekil 3 kanal geometrisinin hesap alanına ait genel ve detaylı ağ yapısını göstermektedir. Her iki katı ve sıvı bölge için yapılandırılmış altı kenarlı ağ yapısı oluşturulmuştur. Akışkanın temas ettiği tüm duvarlara ise şişirme tabakası yapılmıştır. Verilen diferansiyel denklemler ve sınır şartları ile açıklanan model sayısal olarak hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemiyle çözülmüştür. Yakınsama kriteri enerji denklemi için 10^{-9}, diğer denklemler için ise 10^{-6} olarak belirlenmiştir. Tüm sayısal hesaplamalar Ansys Fluent programı [12] ile SIMPLE algoritması kullanılarak yapılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Doğrulama Çalışması

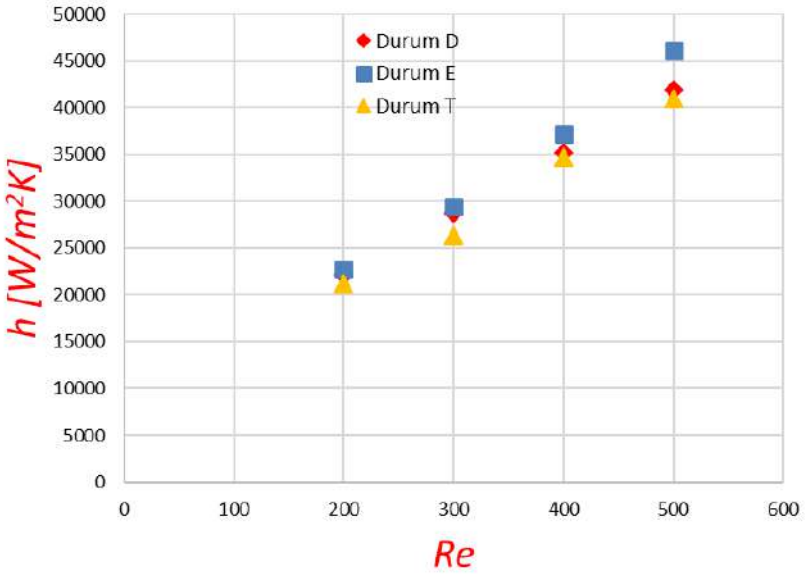
Bu çalışmadaki sayısal modelin ve yapısının doğrulanması Chai ve ark [11]. yapmış olduğu deneysel çalışmayla kıyaslanarak yapılmıştır. Karşılaştırılması yapılan mikro kanallı ısı alıcısının kanal uzunluğu, genişliği ve yüksekliği sırasıyla 10 mm, 0,1 mm ve 0,2 mm olarak verilmiştir. Akışkanın giriş sıcaklığı ve silikon kanalın alt kısmında sabit düzgün dağılımlı ısı akısı sırasıyla 300 K ve $1x10^6$ W/m^2 olarak tanımlanmıştır. Hesaplamalar laminer akış modelinde 150 ila 800 Re sayısı aralığında gerçekleştirilmiştir. Şekil 4 mevcut sayısal çalışma ile Chai ve ark. yapmış olduğu deneysel çalışmaya ait verilerin karşılaştırılmasını göstermektedir. Şekilde görüldüğü gibi mevcut çalışma ile elde edilen değerler ile literatürdeki deneysel çalışma ile elde edilen değerlerin aynı eğilimde ve farkın (Re=150) en yüksek %8 seviyelerinde olduğunu göstermektedir.



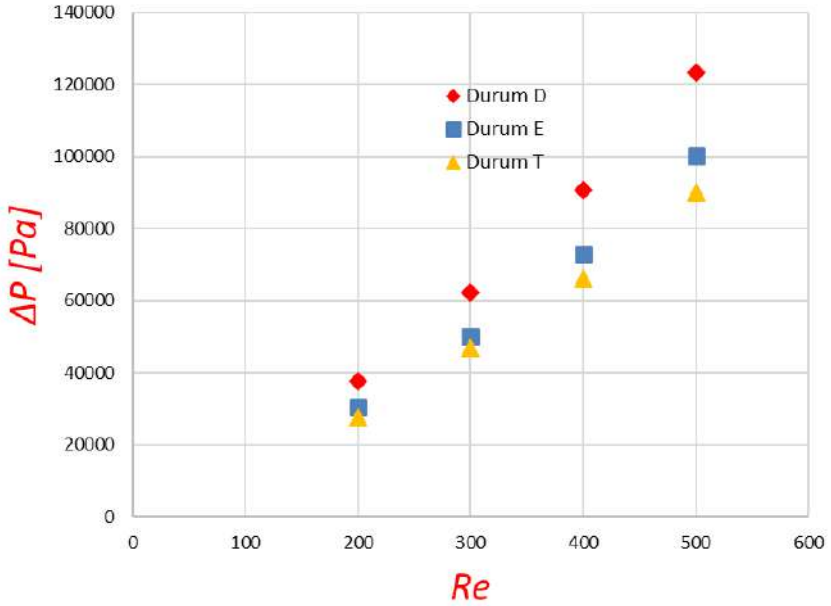
Şekil 4. Mevcut sayısal çalışma ile deneysel sonuçların (Chai ve ark. [11]) karşılaştırılması

Akışkan Hızı ve Kanal Yapısının Etkisi

Şekil 5'te, *Durum D*, *Durum E* ve *Durum T* için ısı transfer katsayısının Reynolds sayısı ile değişimini göstermektedir. Genel eğilim, ısı transferinin tüm konfigürasyonlar için Re ile arttığını göstermektedir. *Durum E* en yüksek ısı transfer katsayısına ulaşırken, *Durum T* tüm Reynolds sayısı aralığında en düşük değere ulaşmaktadır.



Şekil 5. Farklı durumlar için hesaplanan *h* değerleri

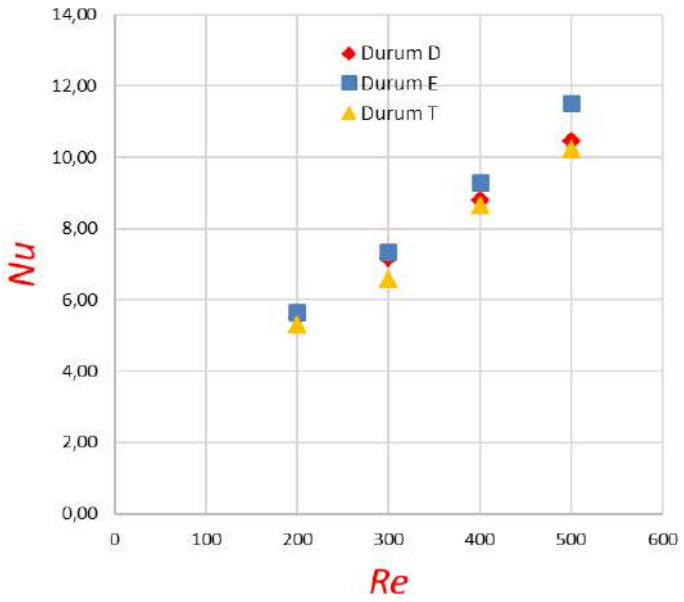


Şekil 6. Farklı durumlar için hesaplanan *ΔP* değerleri

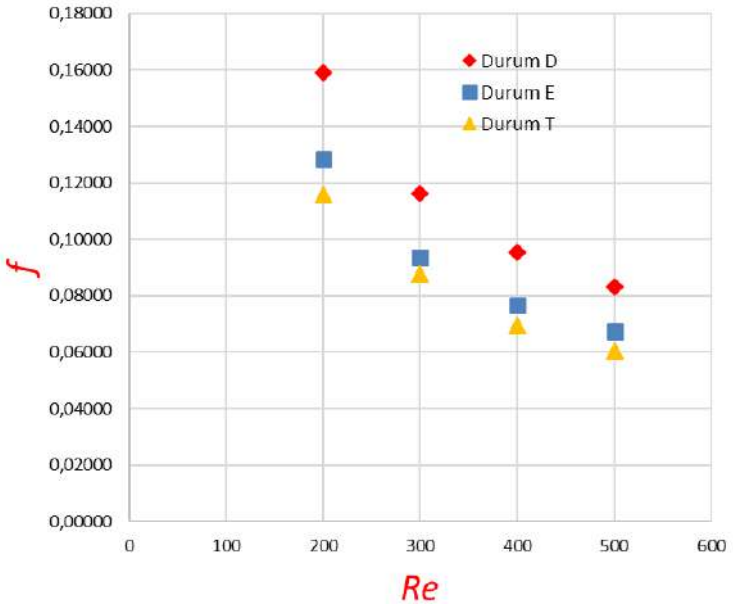
Şekil 6 mikro kanallı ısı alıcılarının farklı Reynolds sayısı için basınç düşüşünü göstermektedir. *Durum D*'nin daha yüksek bir basınç düşüş değerine sahip olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra *Durum T*, diğer geometrilere kıyasla en düşük değeri göstermektedir. Tüm basınç düşüş değerleri Re sayısıyla üstel olarak artmaktadır.

Şekil 7, incelenen üç konfigürasyon için Nusselt sayısının Reynolds sayısı ile değişimini göstermektedir. Her üç durumda da Nusselt sayısı, Re ile belirgin bir artış eğilimi göstermektedir. *Durum E*, tüm Reynolds sayısı aralıklarında en yüksek Nu sayısı değerini vermektedir ve bunu sırasıyla *Durum D* ve *Durum T* takip etmektedir.

Şekil 8'de farklı geometrik konfigürasyonlar için sürtünme faktörü değerini Reynolds sayısının bir fonksiyonu olarak göstermektedir. Şekilden, tüm konfigürasyonlar için sürtünme faktörünün artan Re ile azalan bir eğilim gösterdiği görülmektedir. En düşük sürtünme faktörü değerine *Durum T*, en yüksek sürtünme faktörü değerine ise *Durum D* sahiptir.



Şekil 7. Farklı durumlar için hesaplanan *Nu* değerleri



Şekil 8. Farklı durumlar için hesaplanan *f* değerleri

BULGULAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, 200 ila 500 Re arasındaki 3 farklı mikro kanallı ısı alıcı konfigürasyonunu karşılaştırılmıştır. Isı transferi ve akışkan akış özellikleri, 3 boyutlu, sıkıştırılamaz ve kararlı durum ve laminer akış koşulları için hesaplanmıştır. Mevcut çalışma için simülasyonlardan önce literatürdeki bir deneysel çalışmanın verileri aracılığıyla doğrulama yapılmıştır. Sayısal çalışmaya dayanarak, analizden aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- İncelenen konfigürasyonlar arasında, *Durum E*, tüm Reynolds sayılarında en yüksek ısı transferi değerlerini göstermektedir ve bu geometrinin kullanımı ile ısı transferi performansında önemli bir iyileşme elde edilebileceğini göstermektedir.
- Re=500 için elde edilen Nu değerleri, *Durum E*, *Durum D* ve *Durum T* için sırasıyla 11,52, 10,47 ve 10,24'tür.
- *Durum T*, en düşük basınç düşüşü değerlerini vermiştir ve bunu *Durum E* ve *Durum D* takip etmiştir.
- Pompalama gücü gereksinimi *Durum D* için maksimum, *Durum T* için minimumdur.
- Sürtünme faktörü değerleri, artan akışkan hızıyla azalış eğilimi göstermiştir. En düşük sürtünme faktörü değerleri *Durum T*'de görülürken, bunu *Durum E* ve *Durum D* takip etmiştir.

KAYNAKLAR

[1] A. Mohammed Adham, N. Mohd-Ghazali, and R. Ahmad, "Thermal and hydrodynamic analysis of microchannel heat sinks: A review," 2013. doi: 10.1016/j.rser.2013.01.022.

[2] Y. Cheng *et al.*, "Multi-objective optimization of thermal-hydraulic performance in a microchannel heat sink with offset ribs using the fuzzy grey approach," *Appl Therm Eng*, vol. 201, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2021.117748.

[3] S. Saha *et al.*, "Analysis of Microchannel Heat Sink of Silicon Material with Right Triangular Groove on Sidewall of Passage," *Materials*, vol. 15, no. 19, Oct. 2022, doi: 10.3390/ma15197020.

[4] Z. Duan, X. Lv, H. Ma, L. Su, and M. Zhang, "Analysis of flow characteristics and pressure drop for an impinging plate fin heat sink with elliptic bottom profiles," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 1, Jan. 2020, doi: 10.3390/app10010225.

[5] D. Jing, S. Song, Y. Pan, and X. Wang, "Size dependences of hydraulic resistance and heat transfer of fluid flow in elliptical microchannel heat sinks with boundary slip," *Int J Heat Mass Transf*, vol. 119, pp. 647–653, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2017.11.149.

[6] A. Najafpour and M. H. Rostami, "Numerical analysis of thermal and hydrothermal characteristics of a heat sink with various fin configurations and ternary nanofluid composition," *Case Studies in Thermal Engineering*, vol. 68, Apr. 2025, doi: 10.1016/j.csite.2025.105928.

[7] F. Kahbandeh, M. Azarifar, M. Arik, and D. K. Harris, "Numerical simulation of thermal performance of radial manifold microchannel heat sink for electronics thermal management," *Thermal Science and Engineering Progress*, vol. 65, Sep. 2025, doi: 10.1016/j.tsep.2025.103930.

[8] M. J. Fazli, M. Seraj, M. Ashjaee, and E. Houshfar, "Enhanced thermal design of microchannel heat sinks with oak-shaped pin fins using machine learning and evolutionary algorithms," *International Communications in Heat and Mass Transfer*, vol. 169, Dec. 2025, doi: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2025.109595.

[9] L. Chai, G. Xia, L. Wang, M. Zhou, and Z. Cui, “Heat transfer enhancement in microchannel heat sinks with periodic expansion-constriction cross-sections,” *Int J Heat Mass Transf*, vol. 62, no. 1, pp. 741–751, 2013, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2013.03.045.

[10] M. A. R. Sadiq Al-Baghdadi, Z. M. H. Noor, A. Zeiny, A. Burns, and D. Wen, “CFD analysis of a nanofluid-based microchannel heat sink,” *Thermal Science and Engineering Progress*, vol. 20, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.tsep.2020.100685.

[11] L. Chai, G. D. Xia, and H. S. Wang, “Numerical study of laminar flow and heat transfer in microchannel heat sink with offset ribs on sidewalls,” *Appl Therm Eng*, vol. 92, pp. 32–41, Jan. 2016, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2015.09.071.

[12] A. Fluent, *Ansys fluent theory guide*. 2021.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE-ENHANCED RELAY SYSTEMS FOR DYNAMIC PROTECTION OF THREE PHASE INDUCTION MOTORS

Arif Kaan UĞUŞ[1], Mehmet Taciddin AKÇAY[2]

[1]R&D Department EMAS Elektroteknik Mak.San.A.Ş. ,Istanbul,Turkey
[2] Halic Universtiy Electrical and Electronics Engineering Department. Istanbul, Turkey

Abstract
Three-phase induction motors are widely used in industry, yet their protection still relies mainly on fixed-threshold relays that offer limited visibility of incipient faults. This paper proposes an **artificial intelligence–enhanced relay system** that augments a conventional motor protection relay with a multi-sensor data acquisition unit for dynamic protection of three-phase induction motors. A dedicated test bench combining a three-phase induction motor, a programmable AC source and adjustable mechanical loading is used to emulate nominal operation, unbalance, phase loss, reverse phase, voltage sag, undervoltage and pre-fault sag conditions. From these experiments, a multi-domain dataset of 40 877 time-stamped records and 34 recorded variables is collected;these variables are used as candidate features, including phase voltages and currents, active powers, power-factor indices, speed, vibration, temperatures and derived indicators. The hardware relay state and ground-truth operating scenarios are jointly used to define ten operating classes,yielding a physically meaningful multi-class labelling. Several supervised learning models—Random Forest, Decision Tree, CatBoost, Logistic Regression, Gaussian Naive Bayes and LightGBM—are trained and evaluated on a stratified 70/30 train–test split. Tree-based ensembles deliver near-perfect performance, with Random Forest achieving 99.74% overall accuracy and a macro F1-score of 0.997, while Logistic Regression provides a competitive lightweight baseline. Analysis of confusion matrices and feature importances shows that phase powers, currents, power-factor indices and vibration are the most discriminative predictors, and that both fault and pre-fault conditions can be reliably identified. The results demonstrate that data-driven intelligence can be tightly integrated with conventional relay hardware to enable high-resolution diagnostics and early warning capabilities for the dynamic protection of three-phase induction motors.

Keywords: Three-Phase Induction motor; Motor Protection Relay; Machine Learning; Fault Diagnosis; Ensemble Learning; Multi-Sensor Data Acquisition; AI-Enhanced relay.

1. Introduction

1.1.Background

Three-phase induction motors (IMs) are widely recognized as the backbone of modern industry due to their robustness, high efficiency, and favourable cost-to-performance ratio in a broad range of applications [1].They are extensively used to drive pumps, fans, compressors, conveyors, and machine tools in manufacturing plants, process industries, power generation, transportation, and mining, where continuous and reliable operation is essential for productivity and safety [2].Because of their simple construction, low maintenance requirements, and ability to operate under diverse environmental and loading conditions, three-phase IMs remain the preferred choice for industrial and commercial drives [3].Despite these advantages, induction motors are exposed to electrical, mechanical, and thermal stresses that gradually lead to

degradation and different fault modes over their service life [4].Fault statistics reported in recent studies indicate that bearing-related faults often constitute the largest proportion of failures in induction motors, followed by stator winding faults, rotor faults, and other miscellaneous failures, reflecting the combined impact of mechanical wear, insulation ageing, and adverse operating conditions [5,6]. In addition to these degradation mechanisms, abnormal supply conditions such as undervoltage, overvoltage, voltage unbalance, and phase loss can significantly distort the stator currents and accelerate damage if not detected and cleared promptly [7]. Overload and overcurrent phenomena, locked-rotor conditions, and single-phasing events are particularly critical in three-phase drives, as they may lead to excessive current, overheating, and ultimately catastrophic failure if appropriate protection is not provided [8]. To mitigate these risks, traditional condition monitoring (CM) and protection schemes for induction motors have relied on a combination of overcurrent and thermal relays, as well as signal-based diagnostic methods [9]. Classical signal-based approaches use motor current signature analysis, vibration measurements, or other process signals to extract fault-sensitive features in the time, frequency, or time–frequency domain for diagnosing stator, rotor, and bearing faults under different operating conditions [10,11]. Techniques such as empirical mode decomposition, wavelet-based analysis, and multiresolution decomposition have been successfully applied to reveal subtle fault signatures in non-stationary signals, especially in inverter-fed or variable-load drives[12]. However, these methods typically require significant expert knowledge for feature selection, model tuning, and threshold setting, which may limit their scalability and robustness in large, heterogeneous motor fleets [13].

With the increasing availability of sensing, communication, and computational resources, data-driven and machine learning (ML)–based methods have emerged as powerful tools for induction motor fault detection and diagnostic decision-making [14]. Several recent works have demonstrated that supervised ML algorithms—such as k-nearest neighbours, support vector machines, decision trees, random forests, gradient boosting models, and artificial neural networks—can achieve high accuracy in classifying diverse fault types using current, vibration, and other sensor data[15]. In particular, multi-fault diagnosis frameworks have been proposed to distinguish between stator, rotor, and bearing faults, as well as combined fault scenarios, by exploiting optimized feature sets and ensemble learning strategies[16,17]. Hybrid approaches that incorporate optimization techniques, such as genetic algorithms or feature selection schemes, further improve classification performance and reduce model complexity by automatically identifying the most informative features for a given application [11,18].

Beyond pure fault classification, there is a growing interest in predictive maintenance and health assessment of induction motors, where the goal is to anticipate faults and degradation trends before they result in severe failures or production downtime [9]. Data-driven health indices and remaining useful life (RUL) estimation frameworks have been proposed to map multi-dimensional sensor data into indicators that can be tracked over time to support maintenance planning and asset management [19]. In parallel, IoT-based and cyber–physical monitoring architectures have been introduced to enable real-time acquisition, edge processing, and cloud-level analytics for motor fleets, allowing ML models to operate continuously in the field [20]. These developments mark a clear shift from reactive maintenance to predictive and prescriptive strategies in industrial drive systems[21].

However, many existing ML-based fault diagnosis studies for induction motors are still conducted under laboratory conditions, with simplified fault scenarios, limited motor types, or single-signal data (e.g., only stator currents or only vibration signals) [22]. Such constraints can hinder the generalization of the models to real world industrial environments, where operating conditions are more variable, multi-fault interactions are common, and measurement noise or disturbances are unavoidable [23,24]. Furthermore, most publications focus on stand-alone diagnostic algorithms, without explicitly considering the interaction between the ML-based

fault prediction module and existing motor protection hardware such as protection relays and contactors [25].For practical deployment, it is crucial that data-driven diagnostic systems are consistent with the logic and response of motor protection schemes, especially for phase-related faults such as phase loss, phase unbalance, and incorrect phase sequence.

Motivated by these observations, the present work proposes a machine learning–based predictive maintenance framework specifically tailored for three-phase induction motors, in which a motor protection relay is used as a hardware fault flag and is tightly integrated with a multi-sensor measurement system. In the proposed architecture, electrical, thermal, and (where available) vibrational features are acquired and synchronized with the relay status to construct a comprehensive dataset that reflects both the motor behaviour and the protection system response under healthy and faulty conditions. Building upon the advances reported in recent ML-based fault diagnosis and multi-fault classification studies,the aim is to improve the detection and classification of phase-related faults—such as phase loss and phase-sequence errors—under realistic operating conditions, while maintaining compatibility with existing industrial protection practices.

1.2.Main Contributions

In light of the increasing reliance on induction motors in industrial applications and the critical need for ensuring their reliability, this paper addresses several gaps in existing fault diagnosis and protection research. Many previous studies have demonstrated the effectiveness of machine learning (ML) and deep learning (DL) techniques, but they often focus on single-domain inputs (e.g. vibration-only or current-only), a limited subset of fault scenarios, and do not explicitly consider the interaction with practical protection hardware. Moreover, grid-related issues such as phase sequence errors, phase imbalance and phase loss—among the most common causes of unexpected motor failures in three-phase systems—remain comparatively underexplored. To overcome these limitations, this work proposes a **multi-domain, relay-aware ML framework** that combines electrical, thermal and vibration measurements with the output state of a dedicated phase-protection relay, and evaluates several candidate models on a realistically constructed laboratory test bench.

The main contributions of this paper are summarised as follows:

- **AI-enhanced relay framework:**

  We develop an AI-enhanced protection framework in which a conventional phase/motor protection relay is tightly integrated with a multi-sensor data acquisition system. The relay provides hardware-consistent phase-fault flags, while ML models operate on synchronised measurements to deliver high-resolution fault labels.
- **Multi-domain feature integration and dataset:**

  Unlike most existing works that rely solely on either vibration or electrical signals, our approach combines phase voltages and currents, active powers, power-factor indices, vibration and temperatures, together with relay status. Using this setup, we construct a ten-class, multi-domain dataset that captures both healthy operation and a broad range of disturbance conditions.
- **Comprehensive phase-related fault scenarios:**

  Beyond classical mechanical faults, the study focuses on grid- and phase-related disturbances that are highly relevant for protection practice. Specifically, we emulate and analyse phase sequence errors, phase imbalance at four severity levels, phase loss,

undervoltage, voltage sag and a pre-fault sag condition, all referenced to a custom-designed phase/motor protection relay with a voltage unbalance tolerance of 35%.

- **Interpretable model behaviour via feature analysis:**

  To support practical adoption, we analyse confusion matrices and feature-importance profiles of the best-performing models (Random Forest, Decision Tree, CatBoost, etc.), showing which electrical, thermal and vibration features drive the decisions. This provides a physically meaningful interpretation of the learned models without relying on opaque black-box explanations.

- **Experimental validation and comparative evaluation:**

  The proposed framework is validated on a laboratory test bench using a three-phase induction motor, programmable AC supply and configurable loading. Six supervised learning models— Random Forest, Decision Tree, CatBoost, Logistic Regression, Gaussian Naive Bayes and LightGBM—are systematically compared in terms of accuracy, macro F1-score and training time, demonstrating that tree-based ensembles can achieve near-perfect multi-class fault diagnosis while lighter models offer competitive baselines for resource-constrained deployments.

1.3.Related Works

Recent studies on induction motor fault detection and predictive maintenance have employed both classical signal processing and artificial intelligence approaches. Abdulkareem *et al.* [2] proposed a large-scale machine learning framework using 3.6 million samples, where Random Forest achieved 91% accuracy, though limited fault diversity restricted generalization. For inverter-fed induction motors, Cherif *et al.* [26] applied Hilbert-Huang Transform and Ensemble Empirical Mode Decomposition, with Naïve Bayes outperforming other classifiers at 98.98%. Sobhi *et al.* [27] extended condition monitoring strategies to small induction motors, where a hybrid 1D CNN–Random Forest model reached a 94.8% true positive rate. Pohakar *et al.* [7] investigated multiple fault scenarios and reported that an XGBoost–Fuzzy Inference System hybrid achieved 95% accuracy. Kumar and Anand [28] emphasized the role of feature selection in inter-turn winding faults, achieving 99.1% accuracy with k-NN combined with Fisher score and mRMR.

In health prognosis, Zulkifli *et al.* [29] proposed a health index–based RUL estimation method for motor bearings validated on 52 industrial motors, while Aires *et al.* [30] developed a forecasting framework (ARIMA, Prophet) limited to simulations. Nikfar *et al.* [31] introduced a vibration-based predictive maintenance method for low-voltage induction motors, where SVM achieved 100% anomaly detection accuracy; however, the approach was limited to vibration features and small datasets. Chen *et al.* [32] investigated brushless motors with SVM, Neural Networks, and Random Forest, reporting 95–97% accuracy, though restricted by static conditions and manual feature extraction. More recently, Pandarakone *et al.* [33] compared ML and AI techniques for minor bearing faults, showing that k-NN and SVM exceeded 90% accuracy, while CNN required larger datasets for superior performance.

Focusing on phase-related failures, Dawood *et al.* [34] proposed an efficient feed-forward neural network to detect and classify 12 types of phase loss faults in three-phase induction motors, achieving reliable performance in MATLAB/Simulink environments. Similarly, Vanga and Ranimekhala [35] introduced a Bi-LSTM-based method for classifying external faults (including overload, voltage imbalance, and single phasing), where the Bi-LSTM outperformed conventional LSTM in accuracy. In another approach, De Araujo *et al.* [36] developed a NARX-based fault diagnosis model that classified bearing, stator, and unbalance faults with

accuracy rates up to 98%, highlighting the potential of recurrent AI models for predictive maintenance.

While these studies highlight the effectiveness of ML and AI in motor fault detection, most remain constrained to single-domain features, simulated data, or limited experimental validation. In contrast, our work advances predictive fault diagnosis by integrating electrical, thermal, and vibration parameters into hybrid AI models, thereby enhancing robustness, generalization, and interpretability. Moreover, unlike many prior studies that rely solely on simulations or offline datasets, our framework is validated through real-time measurements collected every 500 ms from 34 parameters using sensors in laboratory conditions, ensuring industrial reliability and practical applicability.

Table 1.Summary of Related Works on Induction Motor Fault Diagnosis

AUTHORS	YEAR	METHODOLOGY	CONTRIBUTION	LIMITATIONS
Abdulkareem et al.	2021	Machine Learning (Random Forest) on 3.6M samples	Achieved 91% accuracy in induction motor fault classification	Limited fault diversity, reduced generalization
Sobhi et al.	2022	Hybrid 1D CNN + Random Forest	Achieved 94.8% true positive rate for small IMs	Dataset limited to small motors
Cherif et al.	2020	Hilbert-Huang Transform + Ensemble Empirical Mode Decomposition + Naïve Bayes	Reported 98.98% accuracy on inverter-fed IMs	Restricted to specific inverter-fed cases
Pohakar et al.	2021	XGBoost + Fuzzy Inference System	95% accuracy across multiple fault scenarios	Fault dataset coverage limited
Kumar & Anand	2020	k-NN with Fisher score and mRMR	99.1% accuracy in inter-turn winding fault detection	Focused on inter-turn only
Zulkifli et al.	2021	Health Index + RUL estimation	Validated on 52 industrial motors	Limited to bearing faults
Aires et al.	2019	Forecasting (ARIMA, Prophet)	Prognostics for motors	Simulation-based only
Nikfar et al.	2022	Vibration-based SVM	100% anomaly detection	Limited to vibration features, small datasets
Chen et al.	2020	SVM, Neural Networks, Random Forest	95–97% accuracy in brushless motor faults	Static conditions, manual features
Pandarakone et al.	2023	k-NN, SVM, CNN comparison	>90% accuracy (k-NN & SVM), CNN required larger data	CNN needs big datasets
Dawood et al.	2022	Feed-forward Neural Network, MATLAB/Simulink	Detected/classified 12 types of phase-loss faults	Simulation-only validation
Vanga et al.	2023	Bi-LSTM on line voltages & currents	Classified OL, OV, UV, VUB, SP faults, outperformed LSTM	Limited external fault scope
De Araujo et al.	2024	NARX Neural Network	Classified stator, bearing, unbalance faults (94–98% accuracy)	Dataset limited, early preprint validation

2.Experimental Study

2.1 Overview of the Test Bench

The experimental study was conducted on a custom test bench that combines a three-phase power supply, a squirrel-cage induction motor, a dedicated motor protection relay, and an ESP32-based data acquisition (DAQ) system. The complete setup is illustrated in Fig.1(a), where the phase input interface, protection relay, three-phase motor, and DAQ hard ware are annotated.

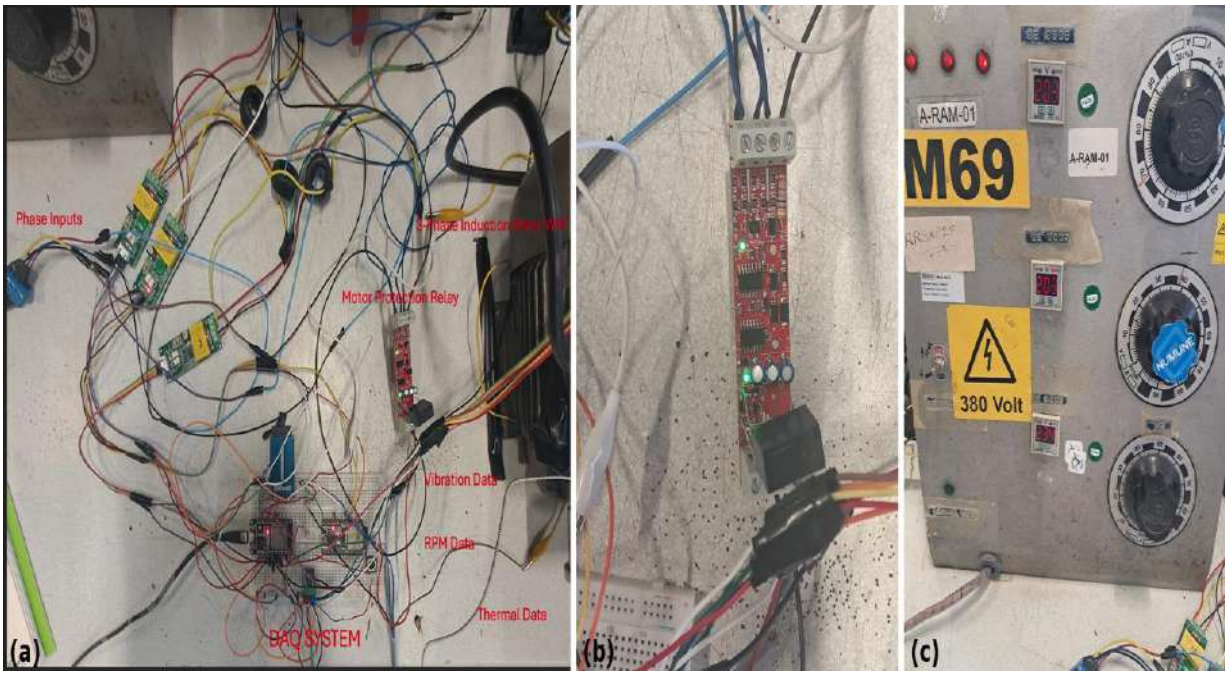


***Figure 1**. Experimental test bench: (a) overall view with phase inputs and DAQ system, (b) custom motor protection relay board, and (c) three-phase autotransformer panel*

Three-phase power is supplied from an industrial autotransformer panel shown in Fig. 1(c). This panel includes three independent variac knobs and digital voltmeters for each phase, enabling fine adjustment of the line-to-line voltage and controlled generation of phase-related disturbances. By suitably changing the variac settings and phase wiring, several abnormal conditions such as voltage unbalance, phase loss, and incorrect phase sequence can be reproduced in a safe and repeatable manner.

The variac output is connected to the phase input interface, implemented using three PZEM-004T measurement modules, one per phase, as indicated on the left-hand side of Fig. 1(a). These modules simultaneously provide phase voltage, current, active power, apparent power, power factor, and grid frequency to the DAQ system. The same three-phase lines are routed to the motor protection relay, whose hardware realization is shown in Fig. 1(b). The relay board is based on discrete analog circuitry and CD4093 + CD4013 logic devices (see Fig. 2 for the detailed schematic) and is powered from a 24 V DC auxiliary supply. It continuously monitors the three-phase voltages and phase sequence, and it energizes a 24 V contactor coil when the voltages are balanced and the sequence is correct. If the voltage unbalance exceeds 35%, one phase is lost, or the phase sequence is incorrect, the relay de-energizes the contactor and simultaneously asserts a digital fault output.

At the right of Fig. 1(a), the three-phase squirrel-cage induction motor and the attached sensors are visible. A non-contact inductive proximity sensor placed near a metallic target on the shaft delivers rotor speed (rpm), while a tri-axial MEMS accelerometer rigidly mounted on the motor frame records vibration. A surface-mounted thermocouple attached to the motor housing provides thermal measurements via a thermocouple-to-digital converter. All these

signals are routed to the DAQ subsystem located at the bottom of Fig. 1(a), where two microcontroller boards host the sensor interfaces, SD-card module, and digital inputs for the relay status. The tested motor is a 0.37 kW, 230/400 V, 50 Hz machine with a rated speed of 2984 rpm, rated current of 1.44/0.83 A, rated torque of 1.3 Nm and power factor of 0.76. Its nameplate data, including starting and breakdown torque as well as efficiency and efficiency class (IE2 according to IEC 60034-30-1), are summarized in table 2.

Table 2. *Nameplate Data of the Tested Three-Phase Induction Motor*

Motor Trademark	Voltage(V)	Power/Freq (W/Hz)	Speed(RPM)	Current(A)	Cos Φ
WAT	*230/400*	*370/50-60*	*2984*	*1.44/0.83*	0.76

The ESP32 samples all electrical, thermal, RPM, and vibration channels every 500 ms and logs them to the SD card together with time stamps and the relay output state. In this way, the test bench enables synchronized observation of electrical, thermal, and mechanical phenomena under different operating and fault conditions, while explicitly capturing the response of the motor protection relay. The resulting multi-parameter dataset forms the basis for training and evaluating the proposed fault prediction models.

2.2 Three-Phase Induction Motor and Mechanical Load

The experiments were performed on a three-phase squirrel-cage induction motor commonly used in low-power industrial applications. The machine was selected as a representative example of small motors that are widely deployed in pumps, fans, and conveyor systems, where unexpected stoppages or undetected incipient faults may lead to production losses or safety risks.

The tested motor is rated at 0.37 kW, 230/400 V, 50 Hz with a rated speed of 2984 rpm. Its rated current is 1.44/0.83 A (Δ/Y), rated torque is 1.3 Nm and the power factor at full load is 0.76. According to the manufacturer data, the starting current is 4.9 times the rated current and the starting torque is 2.7 times the rated torque, while the breakdown torque reaches 2.9 times the rated torque. The corresponding efficiencies at full, three-quarters and half load are 69.5%, 67.8% and 66.7%, respectively, and the motor belongs to the IE2 efficiency class in accordance with IEC 60034-30-1. These nameplate data are summarized in Table 2.

During the measurements, the motor shaft was coupled to an adjustable mechanical load, allowing operation under no-load and partial-load conditions. In order to emulate realistic low-to-medium loading regimes typically encountered in industrial practice, three operating points were considered;(1)no load,(2)approximately rated 10% torque,(3)approximately 25% rated torque.

For each operating point, the motor was supplied from the three-phase autotransformer described in Section 2.1, and phase-related disturbances such as voltage unbalance, phase loss and incorrect phase sequence were superimposed in a controlled manner. This procedure enables the analysis of how electrical, thermal and vibration signatures evolve as a function of both mechanical loading and phase-fault severity, providing a diverse set of operating conditions for training and evaluating the fault prediction models.

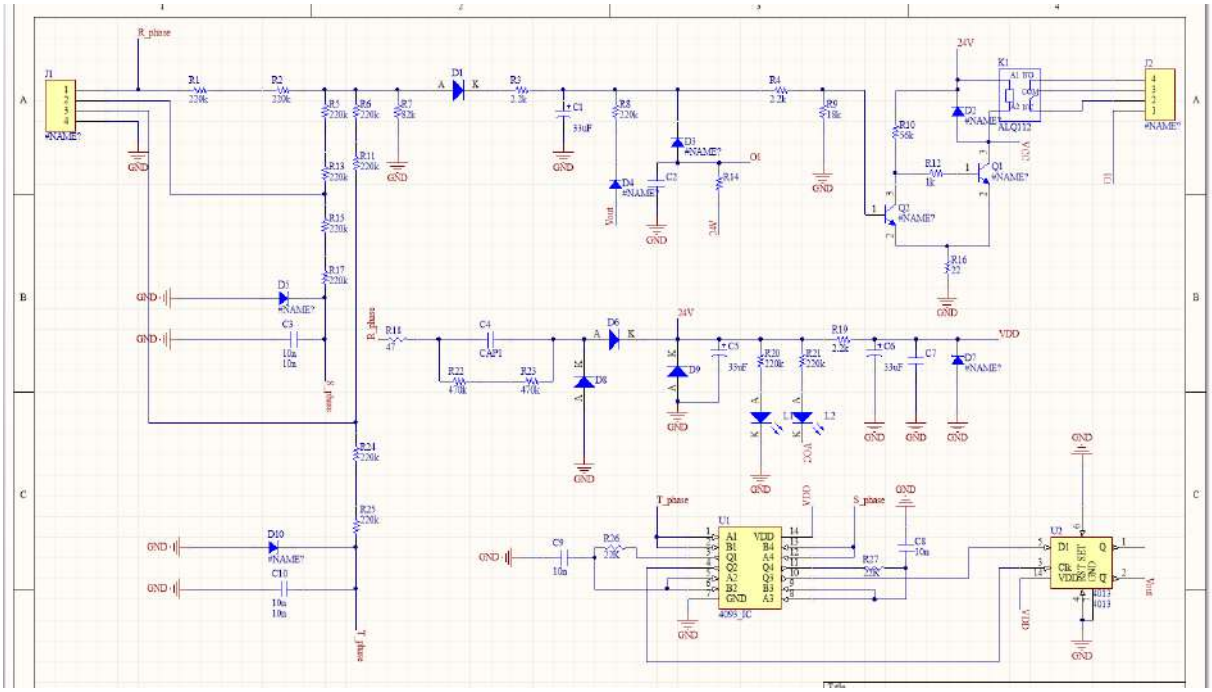


Figure 2.*Motor Protection Relay Circuit Schematic on Altium Designer*

2.3 Motor Protection Relay and Phase-Fault Detection

A dedicated motor protection relay was implemented to supervise the three-phase supply and to provide a hardware fault flag for labelling the experimental data. The assembled relay board is shown in Fig. 1(b), and the detailed circuit schematic, drawn in high resolution using Altium Designer—a professional electronic design automation (EDA) software widely used for schematic capture and PCB layout in power electronics research and industry—is presented in Fig. 2 to facilitate reproducibility and practical implementation.

The relay is supplied from 24 V DC and its contacts are wired in series with the motor contactor. It continuously monitors the three phase voltages and the phase sequence. Each phase is attenuated and rectified, and the resulting low-voltage signals are processed by Schmitt-trigger logic, so that only sustained deviations in the phase voltages affect the relay state, while small fluctuations and high-frequency noise are rejected.

The logic is configured such that the relay remains energized only when all three phases are present, the phase sequence is correct, and the voltage imbalance remains within an acceptable range. In this design, the thresholds were adjusted so that the relay tolerates moderate unbalance but de-energizes when the voltage imbalance exceeds approximately 35%, which corresponds to a severe phase-voltage asymmetry or a significant drop in one phase.When any of the following conditions is detected—phase loss, severe voltage imbalance (> 35%), or incorrect phase sequence—the relay coil is de-energized, the contactor opens and the motor is disconnected from the supply. At the same time, a digital fault output is generated and fed to the DAQ system. This signal is recorded together with the sensor measurements and used as a hardware ground-truth label for the machine-learning models.

2.4 Data Collection and Analysis

Data were collected using a dedicated data acquisition (DAQ) system that samples all monitored quantities every 500 ms. At each sampling instant, the DAQ system records a time stamp, a set of electrical, thermal and mechanical measurements, and the output state of the motor protection relay. Electrical variables describe the three-phase supply and loading

condition, whereas temperature, speed and vibration quantify the motor's thermal and mechanical response.

For each experiment, the motor was operated at a predefined load level (no load, light load or medium load), and the supply was configured either in healthy mode or with a specific phase-related fault (voltage unbalance, phase loss, reverse phase rotation, voltage sag or undervoltage). Once the operating point reached steady state, the DAQ system continuously logged the signals until a sufficient number of samples was obtained. The resulting dataset therefore contains time-stamped records that cover both normal operation and a wide range of phase-fault scenarios.

Class labels for the machine-learning models were obtained by combining the imposed test scenario with the relay output state. Samples recorded under a balanced three-phase supply with the relay energised were labelled as healthy operation, whereas samples measured when the relay tripped due to phase loss, severe voltage unbalance or incorrect phase sequence were labelled according to the corresponding fault type. This labelling strategy ensures that the data-driven fault prediction models remain consistent with the behaviour of a practical motor protection relay.

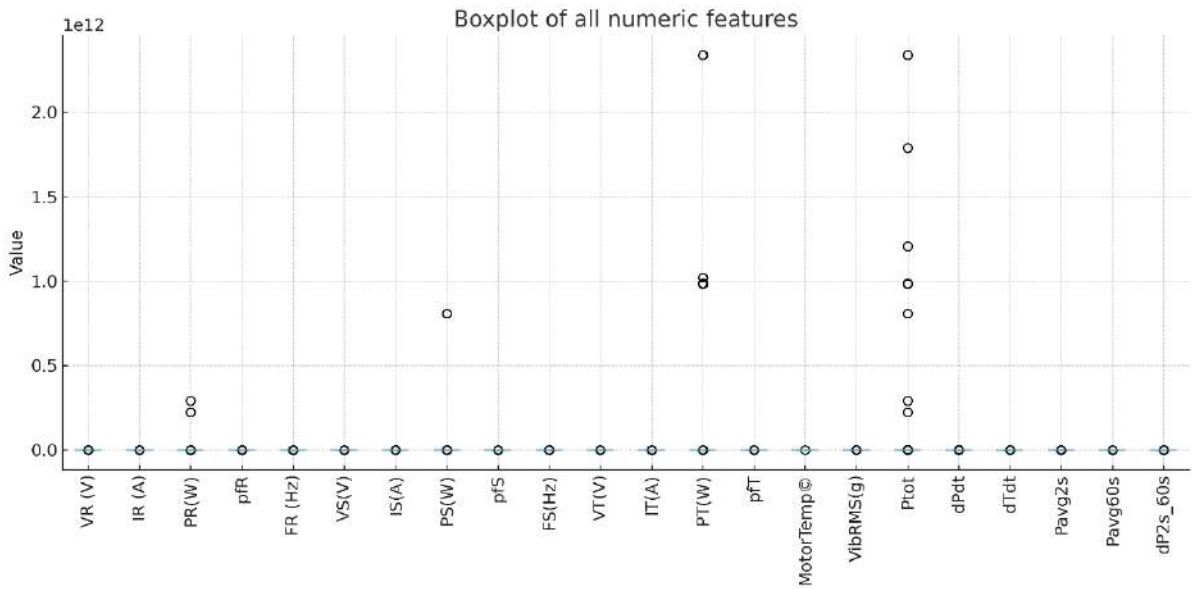


Figure 3.Box Plot of All Features

The statistical properties of the collected data were examined by computing boxplots and histograms of all numerical features using Python in a Jupyter Notebook environment. The global boxplot in Fig. 3 highlights scale differences between power-related quantities and the remaining features, as well as the presence of outliers associated with severe disturbances. The histograms in Fig. 4 show that most variables are concentrated around their nominal ranges, with skewed tails emerging under fault conditions. These exploratory results confirm that the dataset spans a broad range of operating regimes and contains non-Gaussian, outlier-rich distributions, which motivates the use of robust machine-learning models and appropriate feature preprocessing in the subsequent analysis.

Figure 4. Histogram of Feature Distribution

2.5. Machine Learning and Ensemble-Based Models

The multi-class fault prediction problem formulated in this study aims to distinguish between healthy operation and several phase-related fault modes, namely Phase_Loss, Reverse_Phase, multiple levels of voltage unbalance (Unbalanced%10, Unbalanced%20, Unbalanced%30, Unbalanced%40), Voltage_Sag, Under_Voltage and a pre-fault condition (Pre_Voltage_Sag). Each sample in the dataset therefore corresponds to a ten-class label derived from the experimental configuration and the relay status.

To model this problem, a set of supervised machine learning algorithms with complementary characteristics was selected. Tree-based methods include a single **Decision Tree** classifier and a **Random Forest** ensemble that aggregates multiple trees via bootstrap aggregation. Gradient-boosting ensembles are represented by **CatBoost** and **LightGBM**, which are well suited for handling non-linear decision boundaries and feature interactions. In addition, two comparatively lightweight baselines are considered: **Logistic Regression**, which provides a linear decision surface with probabilistic outputs, and **Gaussian Naive Bayes**, which assumes class-conditional Gaussian distributions and independent features. Together, these models allow us to compare strong ensemble learners against simpler, more interpretable baselines on the same multi-fault dataset.

All models were implemented in Python using widely adopted open-source libraries. The Decision Tree, Random Forest, Logistic Regression and Gaussian Naive Bayes classifiers were implemented with scikit-learn, while the CatBoost and LightGBM models were implemented using their dedicated Python packages. Hyperparameters were selected empirically based on preliminary experiments to balance predictive performance and training time, while avoiding excessive model complexity.

For a fair comparison, the full dataset was randomly split into 70% training and 30% test subsets, stratified by class to preserve the original fault distribution. Models were trained exclusively on the training data and evaluated on the held-out test set. As evaluation metrics, we report overall accuracy together with macro-averaged precision, recall and F1-score, which

quantify performance across all classes, including minority fault categories. In addition, training time was recorded for each model, and class-wise confusion matrices were analysed to inspect misclassification patterns for specific fault types.

3.Results and Discussion

3.1 System Analysis

The proposed AI-enhanced relay framework was evaluated on the multi-class fault dataset using six supervised models: Random Forest, Decision Tree, CatBoost, Logistic Regression, Gaussian Naive Bayes and LightGBM. All models were trained on 70% of the data and tested on the remaining 30% using a stratified split, ensuring that the original proportion of healthy and faulty operating states was preserved. The input space combines electrical quantities (phase voltages, currents, active power and power factor), mechanical and thermal measurements (speed, vibration and temperatures) and the relay state, so that both motor behaviour and protection actions are jointly encoded in the features.

At system level, the results show that tree-based ensemble methods deliver the most reliable fault diagnosis, achieving near-perfect accuracy and F1-scores while maintaining moderate training times. Logistic Regression and Gaussian Naive Bayes provide competitive baselines with lower computational cost but more variability across classes, whereas the tested LightGBM configuration struggles with the strongly imbalanced, multi-class structure of the dataset. The following subsections analyse, for each model, the corresponding confusion matrix and feature importance (or coefficient) profiles to clarify which operating states are most easily confused and which sensor channels are most influential in the final decision.

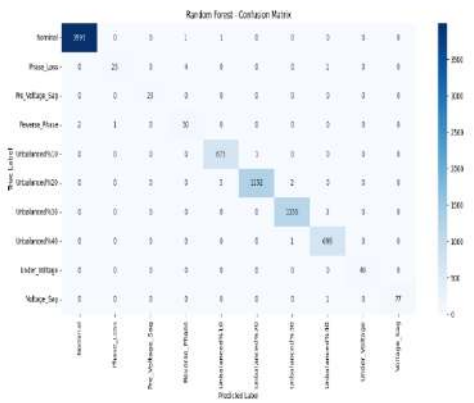


***Figure 5**. Confusion matrix of the Random Forest model on the test set, showing classification results for the 10 operating classes*

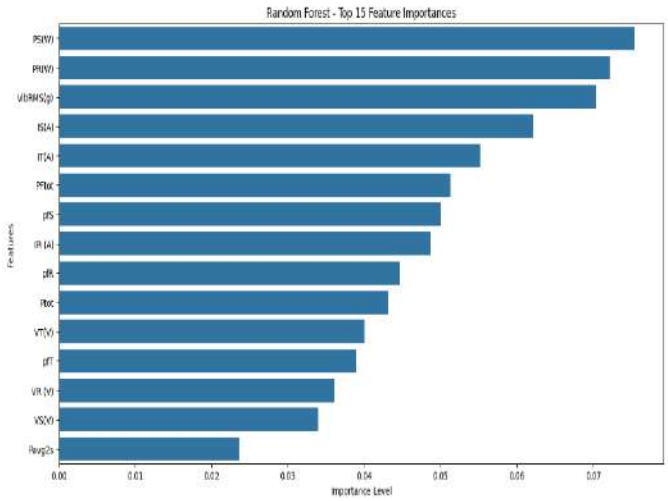


***Figure 6** .Top 15 feature importances of the Random Forest classifier, indicating that phase powers, currents, power-factor indices and vibration RMS are the most influential predictors in the multi-sensor fault diagnosis.*

Fig. 5 shows the confusion matrix of the Random Forest classifier on the test set. Almost all samples lie on the main diagonal: 3995 out of 3997 **Nominal** points are correctly recognised, and all unbalance and sag-related faults (*Unbalanced%10–40*, *Under_Voltage*, *Voltage_Sag*) are classified with only a handful of errors (e.g., 675/676 correct for *Unbalanced%10*, 1252/1257 for *Unbalanced%20*, 1155/1158 for *Unbalanced%30*, 699/700 for *Unbalanced%40*, 49/49 for *Under_Voltage* and 77/78 for *Voltage_Sag*). The rare faults *Phase_Loss*, *Pre_Voltage_Sag* and *Reverse_Phase* are also detected with high reliability, with 25/30, 23/23 and 50/53 correct predictions, respectively. Misclassifications are limited to a few samples

confused with **Nominal** or neighbouring fault types (e.g., *Reverse_Phase* occasionally predicted as *Nominal* or *Phase_Loss*), which is physically reasonable given the similarity of their electrical signatures.

The feature importance plot in Fig. 6 indicates that Random Forest mainly relies on electrical and vibration information. The most influential features are the phase powers **PS(W)** and **PR(W)**, followed by vibration RMS (**VibRMS(g)**) and phase currents **IS(A)** and **IT(A)**. Global power-factor indicators (**PFtot**, **pfS**, **pfR**, **pfT**), total active power (**Ptot**), and phase voltages (**VT(V)**, **VR(V)**, **VS(V)**) also contribute significantly, together with the short-term average power **Pavg2s**. This ranking shows that the model first exploits active power and current imbalances to detect faults, refines the decision with power factor and voltage deviations, and finally uses vibration as an additional cue to separate healthy, unbalanced and sag conditions. Overall, the Random Forest effectively leverages the multi-domain sensing to produce a highly accurate and physically interpretable fault diagnosis.

Figure 7. *Confusion matrix of the Decision Tree model on the test set, showing classification results for the 10 operating classes*

Fig. 7 reports the confusion matrix of the Decision Tree classifier. Similar to the Random Forest, most samples lie on the main diagonal: **3996/3997 Nominal** points are correctly identified, and all sag-related classes (*Under_Voltage*, *Voltage_Sag*) are classified perfectly (49/49 and 78/78 correct, respectively). Pre-fault sag (*Pre_Voltage_Sag*) is detected without error (23/23), while *Reverse_Phase* is correctly recognised in 52 out of 53 cases, with only a single sample misclassified as Nominal. The four unbalance levels also achieve very high recognition rates: **672/676** for *Unbalanced%10*, **1248/1257** for *Unbalanced%20*, **1154/1157** for *Unbalanced%30* and **699/700** for *Unbalanced%40*. Most errors occur between neighbouring fault categories, such as *Unbalanced%10* vs. *Unbalanced%20* and *Unbalanced%20* vs. *Unbalanced%30*, and a few *Phase_Loss* samples are confused with *Reverse_Phase* or *Unbalanced%40*. Overall, the Decision Tree achieves a strong diagonal structure with only a slightly larger number of off-diagonal entries than the Random Forest, confirming its ability to separate the ten operating classes with high accuracy.

The feature importance profile in Fig. 8 shows a more concentrated pattern than for the ensemble model. The dominant predictor is the vibration RMS feature **VibRMS(g)**, followed by the total active power **Ptot**. Phase voltages (**VR(V)**, **VS(V)**, **VT(V)**) and power-factor indicators (**pfS**, **pfT**, **PFtot**) form the next importance tier, while line current **IT(A)**, motor temperature, short- and long-term average powers (**Pavg2s**, **Pavg60s**), unbalance index (**UnnbPct**) and the remaining current and power-factor terms have smaller but non-negligible

contributions. This ranking indicates that the Decision Tree strongly relies on mechanical vibration to separate healthy and disturbed operation, and then uses global power and voltage / power-factor deviations to distinguish between different unbalance and sag severities. Together with the confusion matrix, these results show that even a single interpretable tree can capture the main discriminatory structure of the multi-sensor feature space.

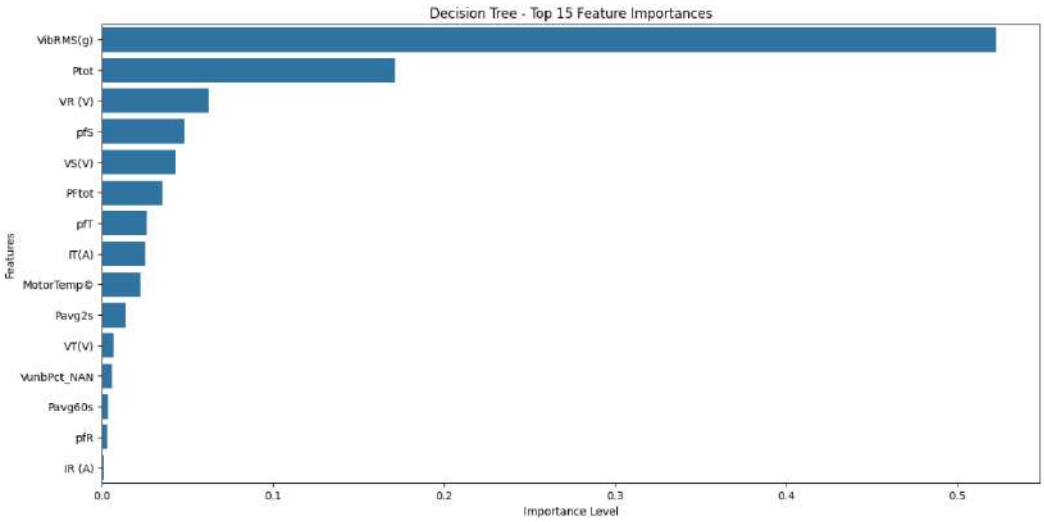


Figure 8. *Top 15 feature importances of the Decision Tree classifier, indicating that phase powers, currents, power-factor indices and vibration RMS are the most influential predictors in the multi-sensor fault diagnosis*

Fig. 9 presents the confusion matrix of the CatBoost classifier. The matrix is almost perfectly diagonal: **3995/3997 Nominal** samples are correctly identified, with only two points misclassified as *Reverse_Phase* and *Unbalanced%10*. Rare fault types are also recognised very reliably. *Pre_Voltage_Sag* and *Under_Voltage* are detected without error (23/23 and 49/49 correct predictions), while *Reverse_Phase* achieves 51/53 correct classifications, with only one sample assigned to Nominal and one to *Phase_Loss*. For the four unbalance classes, CatBoost attains high recognition rates: **668/676** for *Unbalanced%10* (with most errors going to Nominal), **1245/1257** for *Unbalanced%20*, **1154/1158** for *Unbalanced%30* and a perfect **700/700** for *Unbalanced%40*. *Voltage_Sag* is accurately identified in 77 out of 78 cases, with a single confusion towards *Unbalanced%40*. Overall, misclassifications are limited to a few samples drifting between neighbouring disturbance levels or being absorbed by the Nominal class, confirming that CatBoost delivers near-perfect multi-class separation across all ten operating states.

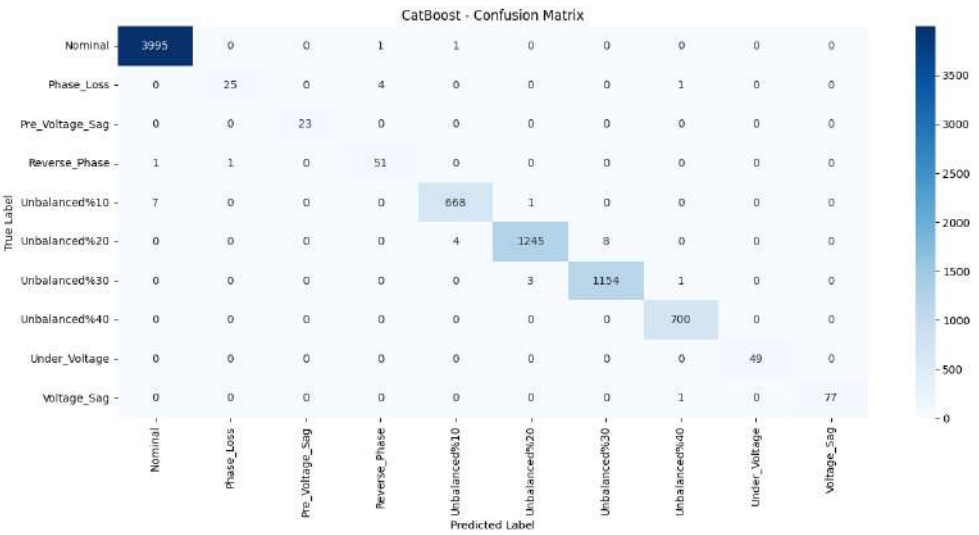


Figure 9 *Confusion matrix of the CatBoost model on the test set, showing classification results for the 10 operating classes*

The feature importance diagram in Fig. 10 shows that CatBoost leverages both mechanical and electrical information, with a clear dominance of the vibration RMS feature **VibRMS(g)**, which carries the highest importance by a wide margin. This is followed by the global power-factor index **PFtot** and the total active power **Ptot**, indicating that overall loading and efficiency strongly influence the decision boundaries. Phase voltages (**VR(V)**, **VS(V)**, **VT(V)**) and active powers (**PR(W)**, **PT(W)**, **PS(W)**) constitute the next tier of influential variables, together with phase-wise power factors (**pfT**, **pfR**, **pfS**) and the relay status indicator **Relay_State_ON**. Line currents (**IS(A)**, **IT(A)**) contribute with smaller but still relevant importance scores. This ranking suggests that CatBoost first uses vertical changes in vibration to discriminate healthy from disturbed regimes, then refines the classification using global power and power-factor deviations, and finally exploits the relay state and detailed phase quantities to separate different fault mechanisms and severities.

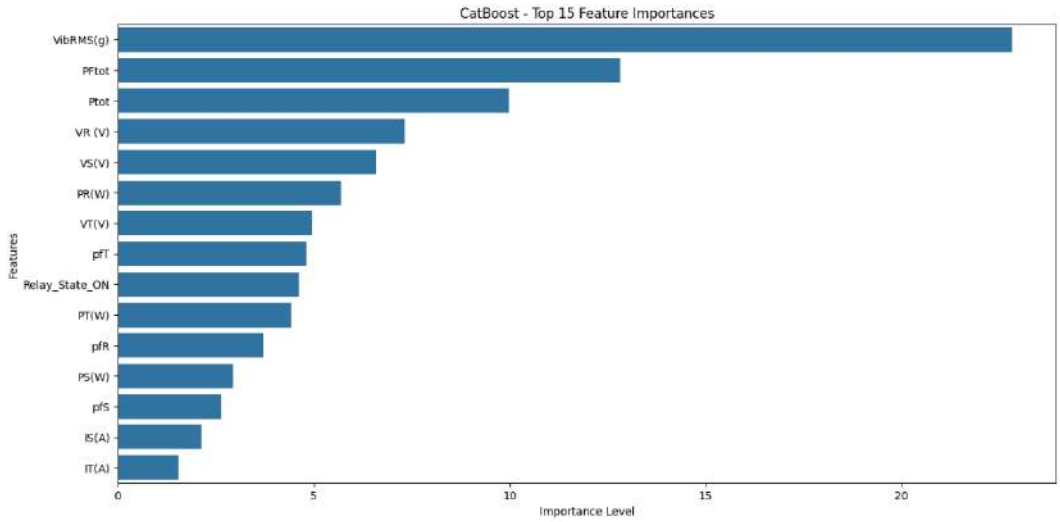


Figure 10 *Top 15 feature importances of the CatBoost classifier, indicating that phase powers, currents, power-factor indices and vibration RMS are the most influential predictors in the multi-sensor fault diagnosis*

Fig. 11 shows the confusion matrix of the Logistic Regression baseline. The model correctly identifies the vast majority of **Nominal** samples (3993/3997), with only a few points drifting towards *Reverse_Phase*, *Unbalanced%20* and *Unbalanced%40*. Fault classes are also recognised reasonably well but with noticeably more mixing than in the tree-based models. For phase-related faults, *Phase_Loss* is correctly detected in 25 out of 30 cases, while *Reverse_Phase* reaches 47/53 correct predictions, with misclassifications mainly towards Nominal and *Phase_Loss*. *Pre_Voltage_Sag* achieves 20/23 correct labels, with the remaining samples assigned to Nominal or *Unbalanced%30*. The four unbalance levels exhibit a clear diagonal but with a tail towards neighbouring classes and the healthy state. *Unbalanced%10* attains 623/676 correct predictions, with most errors mapped to Nominal and a smaller number to *Unbalanced%20*; *Unbalanced%20* and *Unbalanced%30* reach 1183/1257 and 1117/1158 correct classifications, respectively, again with confusions concentrated between adjacent severities. *Unbalanced%40* remains highly separable with 693/700 correct labels and only a small spill-over to *Unbalanced%30*. Voltage-related faults are more challenging for the linear model: *Under_Voltage* is correctly recognised in 42 out of 49 cases, while *Voltage_Sag* achieves 64/78 correct predictions, with misclassified samples mostly absorbed by intermediate unbalance classes. Overall, Logistic Regression preserves a strong diagonal structure and provides a consistent, computationally light baseline, but its linear decision boundaries struggle to fully disentangle neighbouring fault severities and some voltage sag conditions compared with the ensemble methods.

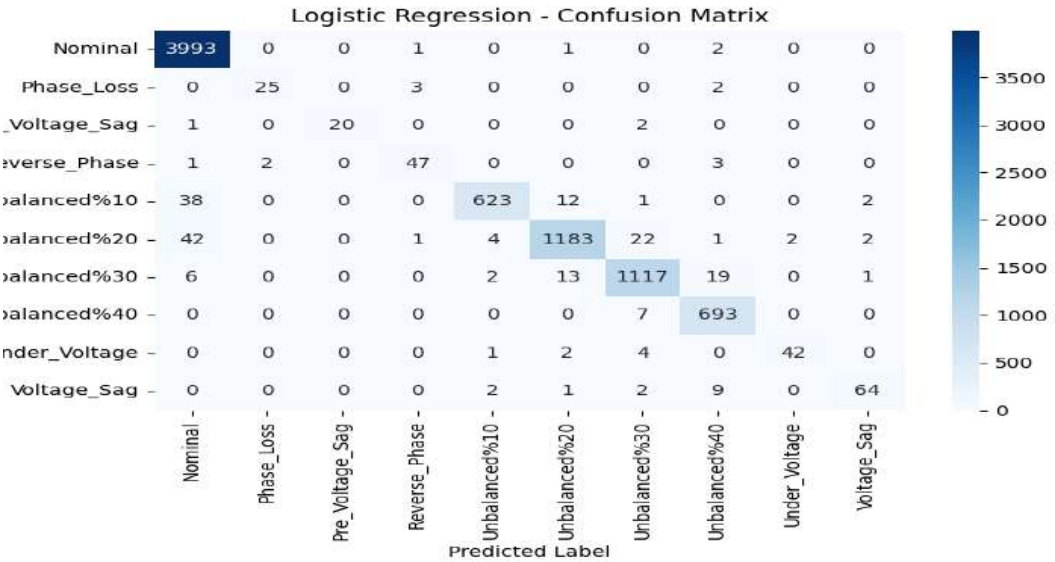


Figure 11. *Confusion matrix of the Log-Regression model on the test set, showing classification results for the 10 operating classes*

Fig. 12 shows the confusion matrix of the Gaussian Naive Bayes classifier. While the model maintains a clear diagonal structure, its performance is noticeably lower than that of the tree-based methods. The **Nominal** class is still recognised reliably, with 3929 out of 3997 samples correctly identified and the remaining points mainly misclassified as low-severity unbalance or pre-fault conditions. For rare phase faults, *Phase_Loss* achieves 29/30 correct predictions and *Pre_Voltage_Sag* 20/23, whereas *Reverse_Phase* is more challenging, with 44/53 correctly

classified and several samples confused with **Nominal** or ***Phase_Loss.***

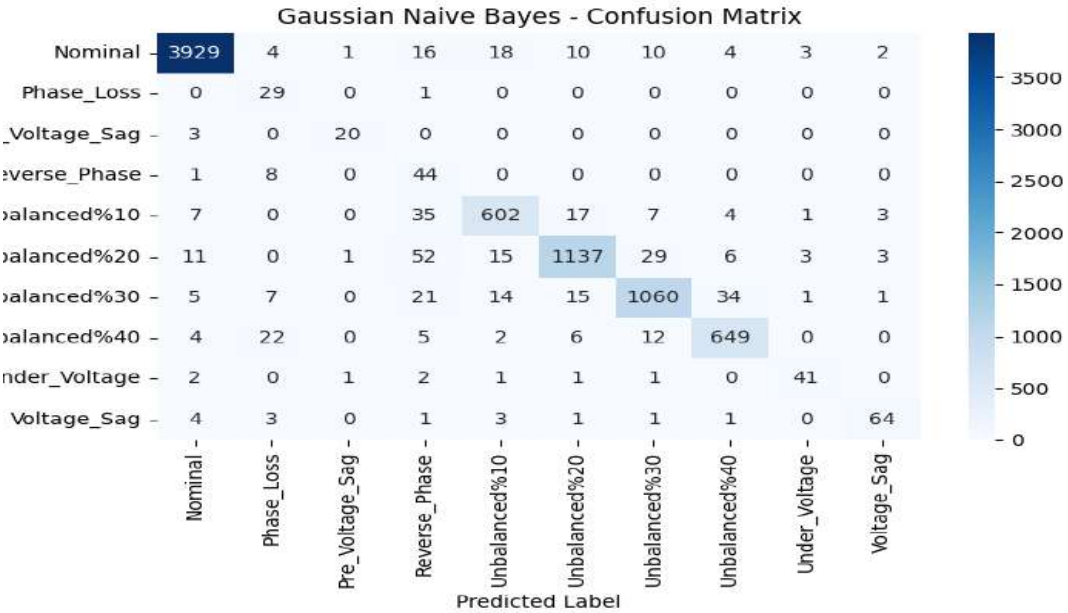


Figure 12.*Confusion matrix of the Gaussian-Naive model on the test set*

The four unbalance levels exhibit substantial mixing both with each other and with the healthy state. *Unbalanced%10* and *Unbalanced%20* achieve 602/676 and 1137/1257 correct labels, respectively, but a non-negligible number of samples drift towards Nominal and neighbouring unbalance classes. The higher-severity faults *Unbalanced%30* and *Unbalanced%40* obtain 1060/1158 and 649/700 correct predictions, yet again with confusion concentrated along adjacent severity levels and, for *Unbalanced%40*, some leakage into *Phase_Loss*. Voltage-related faults are moderately well captured: *Under_Voltage* and *Voltage_Sag* are recognised in 41/49 and 64/78 cases, with misclassifications mostly assigned to Nominal or mild unbalance. Overall, Gaussian Naive Bayes provides a simple probabilistic baseline that can roughly separate healthy, unbalanced and voltage-sag conditions, but its strong independence and Gaussian assumptions limit its ability to model the complex, correlated patterns present in the multi-sensor feature space.

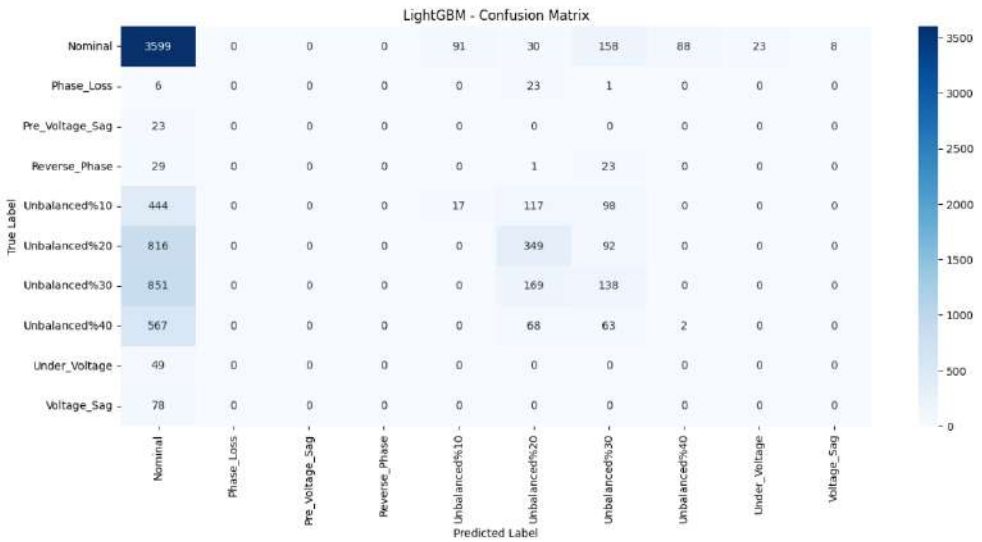


Figure 13.*Confusion matrix of the LightGBM model on the test set*

Fig. 13 depicts the confusion matrix of the LightGBM classifier. In contrast to the other ensemble methods, LightGBM shows clear signs of underfitting for the current hyperparameter setting: a large portion of fault samples is absorbed by the **Nominal** class. While 3599 Nominal points are correctly classified, many faulty conditions are also mapped to this class, including all *Pre_Voltage_Sag* samples (23/23) and the majority of *Reverse_Phase* cases (29/53 predicted as Nominal and only 23 correctly recognised). The four unbalance levels are particularly affected: *Unbalanced%10*, *Unbalanced%20*, *Unbalanced%30* and *Unbalanced%40* send 444, 816, 851 and 567 samples, respectively, to the Nominal column, leaving only a small fraction correctly assigned to their true labels. As a result, the corresponding diagonals for these classes are extremely weak. Voltage-related faults (*Under_Voltage* and *Voltage_Sag*) are also systematically predicted as Nominal (49/49 and 78/78), meaning that LightGBM hardly distinguishes sag conditions at all. Overall, the confusion matrix reveals that, without careful tuning, LightGBM collapses most disturbance patterns into the healthy state and fails to provide reliable multi-class discrimination for this dataset.

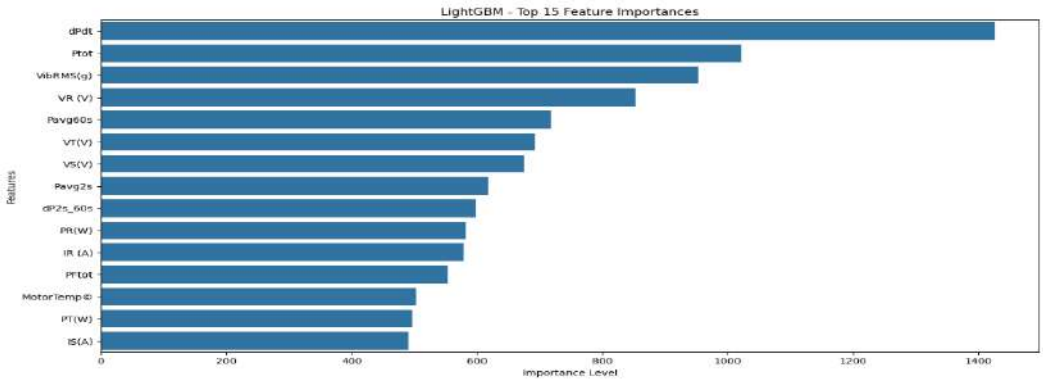


Figure 14.*Top 15 feature importances of the LightGBM classifier, indicating that phase powers, currents, power-factor indices and vibration RMS are the most influential predictors in the multi-sensor fault diagnosis*

The feature importance ranking in Fig. 14 helps to interpret this behaviour. LightGBM places the highest emphasis on the temporal derivative of total power **dPdt**, followed by the total active power **Ptot** and the vibration RMS **VibRMS(g)**. Phase voltages (**VR(V)**, **VT(V)**, **VS(V)**), long- and short-term average powers (**Pavg60s**, **Pavg2s**), and the derivative-based feature **dP2s_60s** form the next tier, while phase power **PR(W)**, line current **IR(A)**, global power factor **PFtot**, motor temperature and remaining power and current features contribute with comparable but lower scores. This profile indicates that LightGBM focuses strongly on global load level and power dynamics, but does not exploit the full richness of phase-resolved and class-specific patterns as effectively as Random Forest or CatBoost. Combined with the confusion matrix, the results suggest that more aggressive hyperparameter optimisation or feature re-scaling would be required for LightGBM to reach the same diagnostic quality as the best-performing models in the study.

3.2 Performance evaluation

This section evaluates the diagnostic performance of the AI-enhanced relay framework on the ten-class induction-motor dataset (40877 samples). For each candidate model, we report overall accuracy, class-wise precision/recall/F1-scores and training time, and we discuss these metrics in the context of practical relay applications. Emphasis is placed on the correct detection of fault classes with limited support (e.g. phase loss or reverse phase) and on the trade-off between diagnostic accuracy and computational cost.

Table 3.Performance Comparison of all Models

Model	Accuracy	F1-Score	Training Time (s)
Random Forest	0.997382	0.997365	77.67567
Decision Tree	0.996384	0.996354	45.071678
CatBoost	0.995761	0.995743	710.988828
Logistic Regression	0.973320	0.973035	18.246574
Gaussian Naive Bayes	0.944396	0.949665	36.506564
LightGBM	0.511782	0.424376	67.843254

Table 3. summarises the global performance of all six models in terms of accuracy, macro F1-score and training time. The three tree-based methods clearly dominate the ranking. Random Forest achieves the best overall trade-off, with an accuracy and macro F1-score of about 0.997 at a training time of roughly 72 s. Decision Tree follows very closely (accuracy ≈ 0.996, F1 ≈ 0.996) while requiring only about 45 s of training, which makes it attractive when model simplicity and faster retraining are prioritised. CatBoost attains a similarly high accuracy (≈ 0.996) and macro F1-score, but its training time is almost an order of magnitude larger (≈ 711 s), reflecting the higher computational cost of gradient boosting for this dataset.

Among the linear and probabilistic baselines, Logistic Regression delivers a surprisingly competitive performance with an accuracy and macro F1-score of about 0.973, while being the fastest model to train (≈ 18 s). This makes it a strong candidate for low-resource embedded implementations or for scenarios where the model must be updated frequently with new data. Gaussian Naive Bayes is slightly weaker (accuracy ≈ 0.944, macro F1 ≈ 0.95) but still offers a reasonable baseline given its simplicity and fully probabilistic nature. In contrast, the tested LightGBM configuration performs poorly, with an accuracy of only 0.512 and a macro F1-score of 0.424 despite a moderate training time (~68 s), indicating that its current hyperparameter setting is not well matched to the highly imbalanced, multi-class structure of the dataset. Overall, these results confirm that Random Forest provides the most balanced choice between diagnostic performance and computational cost, while Decision Tree and CatBoost form strong alternatives at different points of the accuracy–time trade-off, and Logistic Regression and Gaussian Naive Bayes serve as lightweight baselines for highly constrained deployments.

3.3 Operational Impact and Maintenance Optimization

The proposed AI-enhanced relay system has implications that go beyond pure fault classification metrics and directly affect plant operation and maintenance strategy. In a conventional setup, motor protection is typically implemented through fixed-threshold relays and periodic scheduled maintenance. Such an approach is effective for clearing severe faults, but it offers limited visibility of incipient degradation and often leads to either conservative maintenance (unnecessary interventions) or unexpected breakdowns. By contrast, the framework developed in this work provides a continuous, data-driven assessment of the motor condition, enabling more informed operational decisions.

First, the high diagnostic accuracy achieved by the tree-based ensemble models, particularly Random Forest and CatBoost, allows the relay system to reliably distinguish between healthy operation, early-stage disturbances (e.g. *Pre_Voltage_Sag* and mild unbalance) and fully developed fault conditions such as *Phase_Loss* or *Reverse_Phase*. In practice, this enables multi-level alarm policies: soft warnings can be issued when pre-fault patterns are detected, while hard trips are reserved for severe and safety-critical events. As a result, operators gain

additional reaction time to investigate abnormal trends, adjust loading or supply conditions, and plan corrective actions without immediately stopping production.

Second, the multi-sensor nature of the framework—combining electrical, thermal and vibration features—supports the transition from time-based to condition-based maintenance (CBM). The inferred fault classes and their temporal evolution can be logged and interfaced with a Computerized Maintenance Management System (CMMS) to automatically generate work orders when specific thresholds of fault occurrence or severity are exceeded. For example, repeated detection of *Unbalanced%20* under similar load conditions may trigger an inspection of cable terminations or supply phases, whereas increasing occurrences of *Voltage_Sag* can be associated with upstream network issues. In this way, maintenance resources are prioritised for assets and components that exhibit clear signatures of degradation, reducing unnecessary interventions and associated costs.

Third, the proposed methodology can contribute to reducing downtime and improving reliability metrics such as Mean Time Between Failures (MTBF) and Mean Time To Repair (MTTR). Early and accurate identification of fault type narrows the search space for root-cause analysis and allows maintenance teams to prepare the correct spare parts and tools in advance. For instance, discriminating between *Phase_Loss* and *Reverse_Phase* before a hard trip occurs helps technicians to focus either on open-phase conditions (e.g. fuse, cable, contactor) or on wiring and connection errors, thereby shortening troubleshooting time. Over a large fleet of motors, such reductions in diagnostic uncertainty can accumulate into significant productivity gains.

Finally, although the present study is based on a laboratory test bench, the architecture is compatible with real industrial environments. The AI models can be embedded in a local edge device that receives measurements from installed sensors and the existing protection relay, and that communicates only high-level diagnostic outputs and alarms to the supervisory control system. This minimises integration effort and cybersecurity exposure while still enabling advanced analytics. In future deployments, combining the proposed framework with fleet-level analytics and asset-health dashboards could further optimize spare-part inventories, maintenance scheduling and energy-efficiency initiatives across entire motor populations.

4 Conclusion

This paper presented an AI-enhanced relay framework for the dynamic protection of three-phase induction motors. The proposed architecture tightly integrates a conventional phase-protection relay with a multi-sensor data acquisition system that records electrical, thermal and vibration quantities in synchrony with the relay state. Using a dedicated laboratory test bench with a 0.37 kW three-phase induction motor, programmable supply and configurable loading, ten operating classes were emulated, including healthy operation, four levels of voltage unbalance, phase loss, reverse phase, undervoltage, voltage sag and a pre-fault sag condition. From these experiments, a multi-domain dataset with 40 877 labelled samples and 34 candidate features was constructed and used to benchmark several machine-learning models.

The performance evaluation demonstrated that tree-based ensemble methods provide the most effective diagnostic capability. Random Forest achieved 99.74% overall accuracy with a macro F1-score of 0.9974 on the ten-class task, while Decision Tree and CatBoost delivered similarly high scores with different training-time profiles. Logistic Regression and Gaussian Naive Bayes offered competitive baselines at substantially lower computational cost, whereas the tested LightGBM configuration suffered from underfitting and failed to reliably separate several fault classes. Confusion-matrix analysis confirmed that both severe faults (such as Phase_Loss and Reverse_Phase) and pre-fault conditions (e.g. Pre_Voltage_Sag and mild unbalance) can be detected with high recall. Feature-importance analysis further revealed that phase powers, currents, power-factor indices and vibration RMS are the most discriminative predictors, highlighting the value of combining electrical and mechanical information in a unified

diagnostic model.From an operational viewpoint, the proposed framework shows how data-driven intelligence can be aligned with the behaviour of an actual motor protection relay. By treating the relay state as a hardware-consistent label and augmenting it with multi-sensor measurements, the system preserves compatibility with existing protection practices while significantly increasing diagnostic resolution. This enables multi-level alarm policies, supports a shift from time-based to condition-based maintenance, and provides more informative input for root-cause analysis and maintenance planning. Overall, the results indicate that AI-enhanced relay systems are a promising direction for improving the reliability, availability and maintainability of induction-motor-driven assets.

Despite these promising results, the present study has several limitations. The experimental validation was carried out on a single 0.37 kW induction motor, under controlled laboratory conditions and with a finite set of grid-related fault scenarios, which may not fully capture the variability of real industrial environments, different motor ratings or diverse mechanical loads. In addition, the models were trained on quasi-steady snapshots rather than long temporal sequences, and some rare classes remained relatively underrepresented despite careful data collection. Future work will therefore focus on extending the framework to multiple motor sizes and technologies, incorporating field data from real installations, and enriching the scenario set with additional mechanical and insulation-related faults. Further research will also investigate temporal and hybrid deep-learning architectures, online deployment on embedded hardware, and explainability tools to strengthen user trust and facilitate integration with existing protection standards and maintenance workflows.

References

[1] V. I. Vlachou, T. S. Karakatsanis, S. D. Vologiannidis, D. E. Efstathiou, E. L. Karapalidou, E. N. Antoniou, A. E. Efraimidis, V. E. Balaska, and E. I. Vlachou, “Intelligent fault diagnosis of ball bearing induction motors for predictive maintenance industrial applications,” *Machines*, vol. 13, no. 10, art. 902, Oct. 2025, doi: 10.3390/machines13100902.

[2]A. Abdulkareem, T. Anyim, O. Popoola, J. Abubakar, and A. Ayoade, “Prediction of induction motor faults using machine learning,” *Heliyon*, vol. 11, 2025, Art. no. e41493, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e41493.

[3] U. Sengamalai, G. Anbazhagan, T. Thentral, S. Kamel, *et al*., “Three phase induction motor drive: A systematic review on dynamic modeling, parameter estimation, and control schemes,” *Energies*, vol. 15, no. 21, p. 8260, Nov. 2022, doi: 10.3390/en15218260.

[4] T. Garcia-Calva, D. Moríñigo-Sotelo, V. Fernandez-Cavero, and R. D. J. Romero-Troncoso, “Early detection of faults in induction motors—A review,” *Energies*, vol. 15, no. 21, p. 7855, Oct. 2022, doi: 10.3390/en15217855.

[5] A. Sheikh, N. B. Saad, N. M. Nor, M. Irfan, and others, “Invasive methods to diagnose stator winding and bearing defects of an induction motors,” in *Advanced Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Electric Machines*, IGI Global, 2019, doi: 10.4018/978-1-5225-6989-3.ch006.

[6] R. Pusca, S. Sbaa, N. Bessous, R. Romary, and R. Bousseksou, “Mechanical failure detection in induction motors using stator current and stray flux analysis techniques,” *Eng. Proc.*, vol. 14, no. 1, p. 19, Feb. 2022, doi: 10.3390/engproc20220140

[7] P. Pohakar, R. Gandhi, S. Hans, G. Sharma, and P. N. Bokoro, "Analysis of multiple faults in induction motor using machine learning techniques," *e-Prime – Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, vol. 12, p. 101007, 2025, doi: 10.1016/j.prime.2025.101007.

[8] B. H. Bahgat, E. A. Elhay, T. Sutikno, and M. M. Elkholy,"Revolutionizing motor maintenance: A comprehensive survey of state-of-the-art fault detection in three-phase induction motors," *Int. J. Power Electron. Drive Syst. (IJPEDS)*, vol. 15,no.3, pp. 1968–1989, Sep. 2024, doi: 10.11591/ijpeds.v15.i3.pp1968-1989.

[9] K. Hamani, M. Kuchar, M. Kubatko, and S. Kirschner, "Advancements in induction motor fault diagnosis and condition monitoring: A comprehensive review," *Sensors*, vol. 25, no. 19, p. 5942, Sep. 2025, doi: 10.3390/s25195942.

[10] Z. Wu, F. Li, S. Yan, and B. Wang,"Motor fault diagnosis based on the vibration signal testing and analysis," in *Proc. IITA*, 2009, doi: 10.1109/IITA.2009.298.
[11] R. N. Toma, A. E. Prosvirin, and J.-M. Kim, "Bearing fault diagnosis of induction motors using a genetic algorithm and machine learning classifiers," *Sensors*, vol. 20, no. 7, p. 1884, Mar. 2020, doi: 10.3390/s20071884.

[12]R. G. C. Cunha, E. T. da Silva Jr, and C. M. de Sá Medeiros,"Machine learning and multiresolution decomposition for embedded applications to detect short-circuit in induction motors," *Comput. Ind.*, vol. 129, p. 103461, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.compind.2021.103461.

[13] C. Zachariades and V. Xavier, "A review of artificial intelligence techniques in fault diagnosis of electric machines," *Sensors*, vol. 25, no. 16, p. 5128, Aug. 2025, doi: 10.3390/s25165128.
[14] Z. A. Khan, M. A. Raza, M. I. Masud, *et al.*, "Machine learning based fault classification for improved induction motor performance," *PLOS ONE*, vol. 20, no. 11, Nov. 2025, doi: 10.1371/journal.pone.0335367.
[15] Y. Yang and H. Wang, "Random forest-based machine failure prediction: A performance comparison," *Applied Sciences*, vol. 15, no. 16, p. 8841, Aug. 2025, doi: 10.3390/app15168841.
[16] K. Su, J. Liu, and H. Xiong, "A multi-level adaptation scheme for hierarchical bearing fault diagnosis under variable working conditions," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 65, pp. 252–266, 2022, doi: 10.1016/j.jmsy.2022.06.009.
[17] G. H. Bazan, A. Goedtel, O. Duque-Perez, and D. Morinigo-Sotelo, "Multi-fault diagnosis in three-phase induction motors using data optimization and machine learning techniques," *Electronics*, vol. 10, art. 1462, 2021, doi: 10.3390/electronics10121462.
[18] H. Talaat, "Fuzzy logic based induction motor condition monitoring," *Proc. Int. Conf. on Electrical Engineering (ICEENG)*, 2014. doi: 10.21608/ICEENG.2014.30380
[19] S. Sayyad, S. K. V. C, A. Bongale, K. Kotecha, *et al.*"Data-driven remaining useful life estimation for milling process: Sensors, algorithms, datasets, and future directions,"*IEEE Access*, vol.9, pp. 1–1,2021,doi:10.1109/ACCESS.2021.3101284.
[20] A. Alfahaid, E. Alalwany, A. M. Almars, F. Alharbi, E. Atlam, and I. Mahgoub,"Machine learning-based security solutions for IoT networks: A comprehensive survey," *Sensors*, vol. 25, no. 11, p. 3341, May 2025, doi: 10.3390/s25113341.

[21] M. Molęda, B. Małysiak-Mrozek, W. Ding, V. Sunderam, and D. Mrozek,"From corrective to predictive maintenance-A review of maintenance approaches for the power industry," *Sensors*,vol.23,no.13,p.5970,Jun.2023,doi:10.3390/s23135970.
[22] X. Bai, Q. Chen, X. Song, and W. Hong, "Advancing agricultural machinery maintenance: Deep learning-enabled motor fault diagnosis," *IEEE Access*, vol. 13, pp. 129933–129951, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3591279.
[23] M. F. Siddique, W. Zaman, M. Umar, J.-Y. Kim, and J.-M. Kim, "A hybrid deep learning framework for fault diagnosis in milling machines," *Sensors*, vol. 25, no. 18, p. 5866, Sep. 2025, doi: 10.3390/s25185866.
[24] M. Benninger, M. Liebschner, and C. Kreischer, "Fault detection of induction motors with combined modeling- and machine-learning-based framework," *Energies*, vol. 16, no. 8, p. 3429, Apr. 2023, doi: 10.3390/en16083429.
[25] Z. Zhong, H. Su, and L. Wang,"Fault diagnosis and prediction of motors based on deep learning," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 3033, no. 1, p. 012021, Jun. 2025, doi: 10.1088/1742-6596/3033/1/012021.
[26]B. D. E. Cherif, M. Chouai, S. Seninete, and A. Bendiabdellah, "Machine-Learning-Based Diagnosis of an Inverter-Fed Induction Motor," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 20, no. 6, pp. 901–911, Jun. 2022, doi: 10.1109/TLA.2022.9876543.

[27] S. Sobhi, M. Reshadi, N. Zarft, A. Terheide, and S. Dick, ''Condition monitoring and fault detection in small induction motors using machine learning algorithms,'' *Information*, vol. 14, no. 6, p. 329, Jun. 2023.

[28] R. Kumar and R. S. Anand, "Machine learning approach with multiple feature selection techniques to diagnose the inter-turn winding faults in induction motor," *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 49, no. 20, pp. 15401–15422, Oct. 2024, doi: 10.1007/s13369-024-09681-4

[29] N. Z. Zulkifli, B. Ramadevi, K. Bingi, R. Ibrahim, and M. Omar, "Predicting remaining useful life of induction motor bearings from motor current signatures using machine learning," *Machines*, vol. 13, no. 5, p. 400, May 2025, doi: 10.3390/machines13050400.

[30] F. L. Aires, G. D. Galeno, F. N. Belchior, A. M. Oliveira, and J. D. Hunt, "Enhancing Three-Phase Induction Motor Reliability With Health Index and Artificial Intelligence-Driven Predictive Maintenance," *R. Soc. Open Sci.*, vol. 12, no. 241946, Apr. 2025, doi: 10.1098/rsos.241946

[31] M. Nikfar, J. Bitencourt, and K. Mykoniatis, "A Two-Phase Machine Learning Approach for Predictive Maintenance of Low Voltage Industrial Motors," *Procedia Computer Science*, vol. 200, pp. 111–120, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.01.210

[32] X. Chen, M. Wang, and H. Zhang, "Machine Learning-based Fault Prediction and Diagnosis of Brushless Motors," *Engineering Advances*, vol. 4, no. 3, pp. 130–142, 2024, doi: 10.26855/ea.2024.07.004
[33] S. E. Pandarakone, Y. Mizuno, and H. Nakamura, "A Comparative Study between Machine Learning Algorithm and Artificial Intelligence Neural Network in Detecting Minor Bearing Fault of Induction Motors," *Energies*, vol. 12, no. 11, art. 2105, pp. 1–14, Jun. 2019, doi: 10.3390/en12112105

[34] A. A. Dawood, O. A. Mohammed, A. H. Ali, and A. A. Ibrahim, "Design of an efficient neural network model for detection and classification of phase loss faults for three-phase induction motor," *Neural Computing and Applications*, vol. 36, no. 14, pp. 8085–8102, 2024, doi: 10.1007/s00521-023-09387-y
[35] J. Vanga, D. P. Ranimekhala, S. Jonnala, A. Alluri, *et al.*, "Fault classification of three-phase induction motors using Bi-LSTM networks," *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, vol. 10, no. 1, May 2023, doi: 10.1186/s43067-023-00098-x.
[36] V. G. De Araujo, A. O. Bissiriou, J. M. M. Villanueva, D. Fonseca, *et al.*, "Monitoring and diagnosing faults in three-phase induction motors using artificial intelligence techniques," *Preprints*, Jun. 2024, doi: 10.20944/preprints202406.1451.v1.

KIRMIZI ÇAMUR ATIĞININ GEOTEKNİK VE YAPISAL UYGULAMALARDA DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ

STUDY AND EVALUATION OF RED MUD WASTE IN GEOTECHNICAL AND STRUCTURAL APPLICATIONS: A LITERATURE REVIEW)

Atila DEMİRÖZ[1]

Dr. Öğr. Üyesi Konya Teknik Üniversitesi Müh. ve Doğa Bil. Fakültesi İnşaat Müh. Böl.
0000-0003-1672-1630

Ramazan ÇİVİCİ[2]

Yüksek Lisans Öğrencisi, Konya Teknik Üniversitesi LEE, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
0009-0009-6456-9777

Mustafa ONÜÇYILDIZ[3]

Dr. Öğr. Üyesi Konya Teknik Üniversitesi Müh. ve Doğa Bil. Fakültesi İnşaat Müh. Böl.
0000-0003-0811-9017

ÖZET

Boksit cevherinin Bayer prosesi ile işlenmesi sonucu ortaya çıkan ve literatürde "red mud" olarak bilinen kırmızı çamur atığı, dünya genelinde milyonlarca ton hacme ulaşan yüksek hacimli bir sanayi atığıdır. Bu atığın depolanması, ciddi çevresel riskler ve ekonomik maliyetler doğurduğu için, geri kazanım yöntemleri üzerine yapılan çalışmalar büyük önem kazanmıştır. Bu atık, içerdiği mineral bileşenler sayesinde inşaat ve geoteknik sektörlerinde değerli bir kaynak olarak değerlendirilme potansiyeline sahiptir. Bu çalışmada, kırmızı çamur atığının inşaat sektöründeki potansiyel yapısal ve geoteknik kullanım alanları, temel özellikleri ve yeniden kullanımın önündeki teknik engeller incelenmiştir. Yapılan değerlendirmeler, bu atığın çimento üretimi, temel tabaka uygulamaları, beton ve geopolimer üretimi gibi alanlarda ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sunabileceğini göstermektedir. Kırmızı çamurun özellikle alt temel/temel tabakalarında kullanılması, doğal malzeme ihtiyacını azaltarak maliyet avantajı sağlamakta ve atık yönetimine katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kırmızı Çamur, Atık, Geoteknik Uygulamalar, Yapısal Malzeme, Geopolimer.

ABSTRACT

Red mud, a waste product produced by the processing of bauxite ore using the Bayer process and known in the literature as "red mud," is a high-volume industrial waste product reaching millions of tons worldwide. Because its storage poses significant environmental risks and economic costs, studies on recycling methods have gained significant importance. This waste, thanks to its mineral components, has the potential to be utilized as a valuable resource in the construction and geotechnical sectors. This study examines the potential structural and

geotechnical uses of red mud waste in the construction sector, its basic properties, and the technical barriers to its reuse. The assessments indicate that this waste can make significant contributions to economic and environmental sustainability in areas such as cement production, base course applications, concrete, and geopolymer production. The use of red mud, particularly in subbase/foundation layers, provides cost advantages by reducing the need for natural materials and contributes to waste management.

Keywords: Red Mud, Waste, Geotechnical Applications, Structural Material, Geopolymer.

1. GİRİŞ

Alüminyum üretiminin temel yöntemi olan Bayer prosesi, birincil ürün alüminanın yanı sıra yüksek hacimli bir sanayi atığı olan kırmızı çamuru (boksit artığı) ortaya çıkarmaktadır. Üretilen her bir ton alümina için yaklaşık 0.3-1.5 ton kırmızı çamur atığı oluşmaktadır. Bu atığın depolanması ve yönetimi, küresel alüminyum endüstrisi için önemli bir çevresel ve ekonomik sorundur. Kırmızı çamur atığının yeniden kullanımı, sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda döngüsel ekonomi yaklaşımına katkı sunarak çevresel kirliliği engellemekte ve depolama sorununu çözmektedir.

Kırmızı çamur, içerisindeki silika, alüminyum oksit ve demir oksit gibi bileşenler sayesinde inşaat ve geoteknik sektörlerinde dolgu malzemesi, stabilize zemin katkısı, çimento, seramik ve geopolimer üretiminde hammadde olarak değerlendirilebilecek potansiyel bir ikincil kaynaktır.

Bu makale, kırmızı çamur atığının inşaat sektöründeki potansiyel yapısal ve geoteknik kullanım alanlarını, temel özelliklerini ve yeniden kullanımının önündeki teknik zorlukları inceleyerek alan yazına katkı sunmayı amaçlamaktadır.

2. YÖNTEM

Bu makale, kırmızı çamur atığının geoteknik ve yapısal kullanımına odaklanılarak, akademik makaleler, incelemeler ve tezler incelenerek bir literatür taraması yöntemiyle hazırlanmıştır. İncelenen kaynaklar, atığın oluşum şekli, fiziksel ve kimyasal özellikleri, çevresel etkileri ve özellikle inşaat sektöründeki uygulamalarına dair bulguları içermektedir.

3. KIRMIZI ÇAMUR ATIKLARININ ÖZELLİKLERİ

Kırmızı çamur atığı, Bayer prosesi ile boksitten alümina elde edilmesi sırasında açığa çıkan ve literatürde 'red mud' şeklinde yaygın olarak bilinen kısımdır. Kimyasal ve mineralojik yapısı, işlenen boksit türüne ve kullanılan çözündürme koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.

Kırmızı çamurun kimyasal bileşimi, işlenen boksit türüne ve kullanılan çözündürme koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterse de ana bileşenleri demir oksit (Fe_2O_3), alüminyum oksit (Al_2O_3) ve silika (SiO_2) gibi metal oksitlerdir. Kırmızı çamur genellikle %30-60 oranında demir oksit (Fe_2O_3), %5-20 oranında alüminyum oksit (Al_2O_3), %1-20 oranında silika (SiO_2) ve %0,1-10 oranında titanyum dioksit (TiO_2) vb. bileşikleri bulundurur. Kırmızı çamur atığı aynı

zamanda %40-60'lara ulaşan oranlarda su muhtevasına sahiptir. Bayer prosesi sonucunda, üretilen her bir ton alümina için yaklaşık olarak 0.3-1.5 ton kırmızı çamur atığı oluşmaktadır (Evans, 2012, 2016). Kırmızı çamurun işlenmesinde dezavantaj oluşturan özellikler arasında tiksotropik, kolloidal yapışkan özellikler ve yüksek nem içeriği yer almaktadır.

Geoteknik alanda, kırmızı çamur atığı genellikle ince yapısı, diğer doğal ve atık malzemelere göre düşük çekilme özelliği göstermesi, zayıf kristal yapılar veya amorf fazların varlığından dolayı kısmi puzolanik özellik göstermesi ve kum benzeri sürtünme açısına sahip olması gibi özellikleriyle öne çıkmaktadır. Ancak, atığın işlenmesinde dezavantaj oluşturan özellikler arasında tiksotropik, kolloidal yapışkan özellikler ve %40-60'lara ulaşan yüksek nem içeriği yer almaktadır (Göral, 1999).

Kırmızı çamurun kimyasal bileşimi, boksitin özelliğine ve işlem basamaklarına bağlı farklılık göstermektedir. Çeşitli birkaç coğrafi bölgeden elde edilen kırmızı çamurların kimyasal bileşimleri, Tablo 3.1'de verilmiştir (ABARE, 1995).

Tablo 3.1. Dünya üzerindeki farklı bölgelerdeki kırmızı çamur atığı bileşimi (ABARE, 1995)

Ülke	Bölge	Kimyasal Bileşenleri (%)				
Hindistan	Al. Corp	Fe2O3	Al2O3	TiO2	SiO2	Na2O
	Malco	20,2	19,6	28,0	6,7	8,1
	Hindalco	45,1	27,0	5,1	5,7	3,6
	Balco	33,8	15,5	22,5	6,8	5,2
	Nalco	5,3	14,7	3,3	8,4	4,0
Macaristan		38,4	15,2	4,6	10,1	8,1
Surinam		24,8	19,0	12,1	11,9	9,2
Amerika	Alcoa	30,4	16,2	10,1	11,1	2,0
	Arkansas	55,6	12,1	4,5	4,5	1,5-5
	Sherwon	50,5	11,1	0,1-1	2,5	9,0
Tayvan		41,3	20,2	2,9	17,9	3,8
Avustralya		40,5	27,7	3,5	19,9	1,0-2,0
Türkiye		36,5	18,5	5,0	16,0	10,0

4. KIRMIZI ÇAMURUN GEOTEKNİK VE YAPISAL KULLANIMI

Kırmızı çamur atığı, inşaat sektöründe ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunarak çimento, beton, tuğla ve yol yapımı gibi birçok alanda değerlendirilmektedir.

4.1. Kırmızı Çamurun Çimento ve Beton Üretiminde Kullanımı

Kırmızı çamur, çimento üretiminde içerdiği demir oksit, alüminyum oksit ve silika gibi bileşenler sayesinde **alternatif bir hammadde veya katkı maddesi** olarak değerlendirilebilir.

• **Puzolanik Özellik ve Çimento Üretimi:** Kırmızı çamurun kalsinasyonu (600-800 °C) ile Goethite ve Boehmite minerallerinin çimento hidrasyonu sırasında puzolanik bir pigment oluşturacağı ileri sürülmüştür. Gong ve Yang (2000) ile Pan ve ark., (2002, 2003) tarafından alkali ile aktive edilmiş kırmızı çamur-cüruf çimentosu çalışmaları yapılmıştır. Tsakiridis ve

ark. (2004), Portland çimentosu klinkerinin üretimi sırasında ham maddeye %3,5 kırmızı çamur eklenmesinin klinkerin mineralojik özelliklerini olumsuz yönde etkilemediğini tespit etmiştir.

• **Beton Uygulamaları ve Dayanım:** Zhang ve ark., (2011a), %30 kırmızı çamur içeren çimentolu malzemenin, basınç dayanımı yönünden normal çimentoya benzer seviyelere ulaştığı sonucuna varmışlardır. Liu ve Poon (2016, 2016a), kırmızı çamurun parçacık boyutu dağılımının uçucu küle benzediğini ve kendiliğinden yerleşen beton (KYB) üretiminde uçucu kül yerine kullanılabileceğini incelemiştir. Kırmızı çamur ilavesinin KYB'daki kurutma büzülmesini azalttığı tespit edilmiştir**.** Arhin ve ark., (2017), kırmızı çamur katkılı çimento kompozit harç bloklarının sıkıştırma mukavemetinin %40 oranında arttığını gözlemlemişlerdir. Tang ve ark., (2018), kırmızı çamur içeriğinin betonun mekanik dayanımının arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Krivenko ve ark. (2017) ise kırmızı çamurun agrega olarak beton üretiminde kullanılmasının betonun mekanik ve dayanıklılık özelliklerine olumlu etki ettiğini belirtmişlerdir.

4.2. Kırmızı Çamurun Tuğla Benzeri Blok Üretiminde Kullanımı

Kırmızı çamur, tuğla üretiminde kilin bir kısmına alternatif olarak kullanılabilmektedir. İçeriğindeki bileşenler sayesinde tuğlanın **mekanik dayanımını ve termal özelliklerini iyileştirebilir.** Kara (1994), kırmızı çamurun çeşitli katkılarla tuğla ve kiremit üretiminde değerlendirilebileceği sonucuna ulaşmıştır. Levent (2012) yaptığı çalışmada, %10 kırmızı çamur katkısının 1000 ºC'de, katkısız örneklere göre basınç dayanımını artırdığı ve numunelerin rengini daha kırmızı yaptığı gözlemlenmiştir. Liu ve ark., (2016a, 2017b) hızlandırılmış karbonasyon süreci kullanarak kırmızı çamurdan elde edilen seramik tuğlaların CO_2 miktarının oldukça düşük seviyelerde kaldığı sonucuna ulaşmışlardır.

4.3. Kırmızı Çamurun Geopolimer Üretiminde Kullanımı

Kırmızı çamur, geopolimer üretiminde **silika ve alüminyum oksit açısından zengin bir hammadde** olarak değerlendirilmekte olup, geleneksel çimentoya kıyasla daha düşük karbon salınımı sağlamaktadır. Kumar (2013) yaptığı çalışma sonucunda, basınç dayanım artışının yalnızca %5 ile %20 arasında kırmızı çamur içeren numunelerde gözlemlendiğini tespit etmiştir. Van Riessen ve ark., (2013) Bayer prosesi sıvılarını alkali kaynağı olarak kullanarak uçucu küllü geopolimer üretmiş ve 43 MPa'lık sıkıştırma mukavemetine ulaşmışlardır. Toniolo ve ark., (2018), %60 kırmızı çamur içeren karışımların 45 MPa'ya kadar basınç dayanımına ulaştığını gözlemlemişlerdir. Hu ve ark., (2018), kırmızı çamurun yüksek alkaliniteninin geopolimerizasyona katkı sağladığını belirtmişlerdir.

4.4. Kırmızı Çamurun Geoteknik Çalışmalar ve Yol Yapımında Kullanımı

Kırmızı çamur atığı, iyileştirme süreçlerinden geçirilerek potansiyel bir geoteknik malzeme olarak değerlendirilebilmektedir. Bu atık; ince yapısı, düşük çekilme özelliği ve kum benzeri sürtünme açısı gibi özellikleriyle geoteknik alanda öne çıkmaktadır.

• **Zemin Stabilizasyonu:** Kalkan (2006), kırmızı çamur ve çimento-kırmızı çamur katkılarının, kil numunelerinin yüksek basınç mukavemeti gösterdiğini, hidrolik iletkenliğini ve şişme yüzeyini azalttığını belirlemiştir. Pekdemir (2013) yaptığı çalışmada, silis dumanı, kırmızı

çamur ve kireç karışımının mikronize kilin mukavemetini artırırken, şişme basıncını ve geçirgenliğini azalttığını göstermiştir. Çağlar (2019) çalışmasında, kırmızı çamur, uçucu kül ve çimento ilavesi ile hazırlanan numunenin drenajsız kesme dayanımını 4 katına çıkardığı, şişme potansiyelini 3 kat, şişme oranını ise 4 kat azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Singh ve ark. (2023), alkali ile aktive edilmiş kırmızı çamurun, atık havuzu dolgularında kullanımının güvenlik faktörlerini önemli ölçüde iyileştirdiğini ve basınç dayanımını, etkin sürtünme açısını ve kohezyon özelliklerini önemli ölçüde artırdığını tespit etmişlerdir.

• **Yol Yapımı:** Kırmızı çamurun alt temel/temel tabakalarda kullanılması, doğal malzeme ihtiyacını azaltarak maliyet avantajı sağlar. Zhang ve ark. (2018a, 2018b), kırmızı çamur eklenmesinin asfalt mastiğinin sertliğini ve esnekliğini arttırdığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca, kırmızı çamur dolgu maddesi ile yapılan gözenekli asfaltın, yükselme ve kırılma direnci açısından daha iyi bir performans sergilediği tespit edilmiştir.

• **Madencilik Dolgusu:** Kırmızı çamur, yer altı madenciliğinde boşlukların doldurulması ve stabilizasyonu için dolgu malzemesi olarak kullanılabilmektedir. Alkali ile aktive edilmiş kırmızı çamurun, atık havuzu dolgularının inşasında dolgu malzemesi olarak kullanımı, **basınç dayanımını, etkin sürtünme açısını ve kohezyon özelliklerini önemli ölçüde artırmaktadır**.

5. KIRMIZI ÇAMURUN YENİDEN KULLANIMININ ÖNÜNDEKİ ENGELLER

Kırmızı çamur atığının teknik olarak başarılı olan kullanım yöntemlerinin ticari uygulamaları değerlendirilirken, atığın kendine has kimyasal ve fiziksel özelliklerinden kaynaklanan risk faktörlerini dikkate almak önemlidir.

1. Alkalinite: Kırmızı çamur atığındaki yüksek pH seviyeleri (genellikle pH 10-12.5), çevresel ve insan sağlığı açısından ciddi bir risk doğurabilir. Standart deney kriterlerine göre, pH değeri 11,5'in üzerinde olan atıklar tehlikeli olarak sınıflandırıldığından, atığın güvenli kullanımı için nötralizasyon işlemleri uygulanarak pH seviyesinin düşürülmesi hedeflenmelidir.

2. Ağır Metallerin Sızması: Kırmızı çamurun yapı malzemesi veya zemin iyileştirme çalışmalarında kullanılması durumunda, ağır ve çevreye zararlı metallerin (özellikle çözünür krom (Cr) ve arsenik (As_2O_3)) sızması riski mevcuttur. Bu riski ispatlamak için uygulama türüne bağlı olarak çözünürlük deneylerinin yapılması gerekmektedir.

3. Radyoaktivite: Bayer prosesi sonucu, boksit cevherindeki uranyum ve toryum gibi radyoaktif elementlerin konsantrasyonu kırmızı çamur atığında iki katına kadar çıkabilmektedir. Dünya genelindeki çalışmalar, seviyelerin genellikle yasal sınırların altında olduğunu gösterse de, yapısal ve geoteknik uygulamalarda radyoaktivite ölçümü hayati öneme sahiptir.

4. Nem Seviyesi ve Taşıma Maliyetleri: Kırmızı çamur atığındaki yüksek nem içeriği (%40-60), taşıma maliyetlerini artırmakta ve kurutma süreçlerinde enerji tüketimini yükseltmektedir. Bu nedenle, taşıma öncesinde susuzlaştırma işleminin uygulanması ekonomik avantaj sağlayacaktır.

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Kırmızı çamur atığı, yüksek hacimli bir endüstriyel atık olmasına rağmen, içeriğindeki mineral bileşenler ve kısmi puzolanik özellikler sayesinde inşaat ve geoteknik sektörleri için önemli bir ikincil kaynak potansiyeli taşımaktadır. Atığın yeniden kullanımı, bertaraf maliyetlerini azaltmak ve kaynak tasarrufu sağlamak için önemlidir.

Yapılan araştırmalar, kırmızı çamurun yapısal ve geoteknik alanda başarıyla kullanılabileceğini göstermektedir:

• **Yapısal Uygulamalarda:** Kırmızı çamur; çimento, beton, tuğla ve geopolimer üretiminde hammadde/katkı maddesi olarak kullanılabilmektedir. Özellikle geopolimer üretiminde yüksek dayanım özellikleriyle sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır.

• **Geoteknik Uygulamalarda:** Atık, yol yapımında dolgu ve asfalt katkısı olarak, ayrıca şişen zeminlerin stabilizasyonunda ve atık havuzu dolgularında kullanılabilmekte; zeminlerin mukavemetini artırıp, şişme potansiyelini ve geçirgenliğini azaltmaktadır.

Ancak, kırmızı çamurun yeniden kullanımı, özellikle yüksek alkalinite, ağır metal sızıntısı ve radyoaktivite riskleri gibi zorluklar nedeniyle dikkatli bir mühendislik yaklaşımı gerektirmektedir. Bu engellerin aşılması için nötralizasyon ve susuzlaştırma gibi ön işlemlerin uygulanması, atığın sürdürülebilir ve güvenli bir şekilde değerlendirilmesini sağlayacaktır. Atığın bertarafında, çevresel riskleri en aza indiren kuru istifleme yöntemi, ıslak bertaraf yönteminin yerini almaktadır, ancak bu yöntem yüksek arıtma maliyetleri getirebilmektedir. Kırmızı çamurun yapısal ve geoteknik uygulamalarda etkin kullanımı hem atık yönetimine çözüm sunmakta hem de doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

ABARE, 1995, Quarterly Mineral Statistics, Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics, Australia.

Arhin, D. D., Nuamah, R. A., Tuffour, B. A., Obada, D. O., and Yaya, A., 2017, Awasa bauxite red mud-cement based composites: Characterization for pavement applications, Case Studies in Construction Materials, 7, 45-55.

Çağlar, C., 2019. Stabilization of Expansive Soils by Using Red Mud. Middle East Technical University, Master Thesis, Ankara, Turkey.

Evans, K., Nordheim, E. and Tsesmelis, K., 2012, Bauxite residue management, Light Metals. Warrendale, PA: TMS, 63-66.

Evans, K. (2016). The history, challenges, and new developments in the management and use of bauxite residue. *Journal of Sustainable Metallurgy*, *2*(4), 316-331.

Gong, C. M. and Yang, N. R., 2000, Effect of phosphate on the hydration of alkali-activated red mud-slag cementitious material, *Cement and Concrete Research*, 30 (7), 1013-1016.

Göral, M, S., 1999, "Kırmızı çamurdan alümina'nın geri kazanımında verimlilik koşullarının araştırılması", Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 95.

Hu, W., Nie, Q. K., Huang, B. S., Shu, X. and He, Q., 2018, Mechanical and microstructural characterization of geopolymers derived from red mud and fly ashes, *Journal of Cleaner Production*, 186, 799-806.

Kalkan, E. (2006). Utilization of red mud as a stabilization material for the preparation of clay liners. *Engineering geology*, 87(3-4), 220-229.

Kara, M., 1994, "Kırmızı çamurdan yapı malzemesi üretim imkanlarının araştırılması", Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 66.

Krivenko, P., Kovalchuk, O., Pasko, A., Croymans, T., Hutt, M., Lutter, G., Vandevenne, N., Schreurs, S. and Schroeyers, W., 2017, Development of alkali activated cements and concrete mixture design with high volumes of red mud, *Construction and Building Materials*, 151, 819-826.

Kumar, A. and Kumar, S., 2013, Development of paving blocks from synergistic use of red mud and fly ash using geopolymerization, *Construction and Building Materials*, 38, 865-871.

Levent, M., 2012, "Kırmızı Çamur Katkılı Tuğla Üretiminin Araştırılması", Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, 79.

Li, R. B., Zhang, T. G., Liu, Y., Lv, G. Z., and Xie, L. Q., 2016, Calcification-carbonation method for red mud processing, *Journal of Hazardous Materials*, 316, 94-101.

Liu, R. X. and Poon, C. S., 2016a, Utilization of red mud derived from bauxite in self-compacting concrete, *Journal of Cleaner Production*, 112, 384-391.

Liu, R. X. and Poon, C. S., 2016b, Effects of red mud on properties of self-compacting mortar, *Journal of Cleaner Production*, 135, 1170-1178.

Liu, S. H., Guan, X. M., Zhang, S. S., Xu, C., Li, H. Y. and Zhang, J. W., 2017b, Sintering red mud based imitative ceramic bricks with CO_2 emissions below zero, *Materials Letters*, 191, 222-224.

Pan, Z. H., Cheng, L., Lu, Y. N. and Yang, N. R., 2002, Hydration products of alkali-activated slag-red mud cementitious material, *Cement and Concrete Research*, 32 (3), 357-362.

Pan, Z. H., Li, D. X., Yu, J. and Yang, N. R., 2003, Properties and microstructure of the hardened alkali-activated red mud-slag cementitious material, *Cement and Concrete Research*, 33 (9), 1437-1441.

Pekdemir, Y. 2013, "Silis Dumanı, Kırmızı Çamur ve Kireç ile Muamele Edilmiş Mikronize Bir Kilin Bazı Geoteknik Özelliklerinin İncelenmesi", Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 68.

Singh, S., Kumar, A., & Sitharam, T. G. (2023). Investigating the strength and durability properties of alkali activated red mud for tailings pond embankment material. *Geomechanics for Energy and the Environment*, *36*, 100500.

Tang, W. C., Wang, Z., Liu, Y. and Cui, H. Z., 2018, Influence of red mud on fresh and hardened properties of self-compacting concrete, *Construction and Building Materials*, 178, 288-300.

Toniolo, N., Rincón, A., Avadhut, Y. S., Hartmann, M., Bernardo, E., & Boccaccini, A. R. (2018). Novel geopolymers incorporating red mud and waste glass cullet. *Materials Letters*, *219*, 152-154.

Tsakiridis, P. E., Agatzini-Leonardou, S. & Oustadakis, P., 2004, Red mud addition in the raw meal for the production of Portland cement clinker, *Journal of Hazardous Materials*, 116 (1-2), 103-110.

Van Riessen, A., Jamieson, E., Kealley, C. S., Hart, R. D., & Williams, R. P. (2013). Bayer-geopolymers: An exploration of synergy between the alumina and geopolymer industries. *Cement and Concrete Composites*, *41*, 29-33.

Zhang, N., Liu, X. M., Sun, H. H. ve Li, L. T., 2011a, Pozzolanic behaviour of compound-activated red mud-coal gangue mixture, *Cement and Concrete Research*, 41 (3), 270-278.

Zhang, H. J., Li, H., Zhang, Y., Wang, D. W., Harvey, J. ve Wang, H. B., 2018a, Performance enhancement of porous asphalt pavement using red mud as alternative filler, *Construction and Building Materials*, 160, 707-713.

Zhang, J., Liu, S., Yao, Z., Wu, S., Jiang, H., Liang, M. ve Qiao, Y., 2018b, Environmental aspects and pavement properties of red mud waste as the replacement of mineral filler in asphalt mixture, *Construction and Building Materials*, 180, 605-613.

DİJİTALLEŞEN İŞ HAYATINA UYUM: YENİ TEKNOLOJİLER VE MEZUNLARDAN BEKLENTİLER[1]

Doç. Dr. Ayşe ASİLTÜRK
Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü
Trabzon Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu
ORC-ID: 0000-0002-6221-6208

Özet

Her geçen gün dijitalleşen iş hayatına uyum sağlama, kamu sektörü, özel sektör ve bu alanların dışında kalan kâr amacı gütmeyen sektörlerde faaliyet gösteren örgütler ile bu örgütlerde çalışan insan sermayesi açısından giderek önem kazanmaktadır. Endüstri devrimleri bağlamında son yıllara damgasını vuran Endüstri 4.0 devriminin tetiklediği yeni teknolojiler dünyada işgücünün niteliği ve istihdamın yapısını hızla değiştirmektedir. Diğer taraftan yeni teknolojilerin üreticisi ve kullanıcısı olan ülkeler bloğu ile müşterisi konumundaki ülkeler bloğu arasındaki makas hızla açılmaktadır. Mega bir trend halinde yayılan yeni teknolojiler, mevcut mesleklerdeki çalışanlardan beklentileri farklılaştırmakta; daha önce mevcut olmayan yeni mesleklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Mezunların yeni teknolojiler hakkındaki farkındalığı günlük hayatta kullanılan teknolojiler veya bazen sadece bir başlıktan öteye geçememektedir. Üniversite öğrencilerinin alanları ve çalışacakları sektörler gözetilmeksizin dijital iş hayatına nasıl daha iyi uyum sağlayacaklarını ve yeni teknolojileri işlerine nasıl entegre edeceklerini öğrenmeleri gerekmektedir. Belirli temel derslerin eklenmesi ve yüzeysel farkındalık geliştirilmesinin ötesine geçilmelidir. Bu uyum, Bloom Taksonomisi'nin alt basamaklarında kalmadan, teknolojinin işlerin gerçek bir parçası haline getirilmesine olanak veren uygulamaların müfredata eklenmesiyle yakalanabilir.
Anahtar kelimeler: dijitalleşen iş hayatına uyum, yeni teknolojiler, mezunlardan beklentiler, mesleki yeterlilikler, sektörler

ADAPTING TO DIGITALIZED BUSINESS LIFE: NEW TECHNOLOGIES AND EXPECTATIONS FROM GRADUATES

Abstract

Adapting to the increasingly digitalized business world is becoming increasingly important for organizations operating in the public, private, and non-profit sectors, as well as the human capital working within them. New technologies, triggered by the Industry 4.0 revolution, which has marked recent years within the context of industrial revolutions, are rapidly changing the nature of the global workforce and the structure of employment. Meanwhile, the gap between the block of countries that produce and use new technologies and the block of countries that serve as their customers is rapidly widening. New technologies, spreading as a megatrend, are changing the expectations of employees in existing professions and giving rise to new professions that did not previously exist. Graduates' awareness of new technologies often goes beyond the technologies used in daily life, or sometimes simply a topic. University students,

[1] Bu bildiri, 20-22 Şubat 2023 tarihinde Doç. Dr. Ayşe ASİLTÜRK'ün yürütücülüğünü üstlendiği, 12 akademisyen ve uzmanın katıldığı "Tübitak 2237-A Bilimsel Eğitim Etkinliklerini Destekleme Programı" kapsamında gerçekleştirilen eğitimden ilham alınarak hazırlanmıştır.

regardless of their field or sector of employment, need to learn how to better adapt to the digital business world and integrate new technologies into their work. Beyond the addition of specific core courses and superficial awareness-raising, we must move beyond this. This harmony can be achieved by adding applications to the syllabus that allow technology to become a real part of the work, without remaining at the lower levels of Bloom's Taxonomy.
Keywords: adaptation to digitalized business life; new technologies; expectations from graduates, professional qualifications, sectors

GİRİŞ

Endüstri 4.0 kavramı ve altında yatan dijital dönüşüm, toplumlar ve bireylerin yaşam/çalışma biçimlerini kökten ve yeniden şekillendirmektedir (Ghobakhloo, 2020). Endüstri 4.0 kavramı ilk defa, 2011 yılında Almanya'da düzenlenen bir teknoloji fuarında duyurulmuştur. Nesnelerin interneti, hizmetlerin interneti ve siber-fiziksel sistemler tarafından karakterize edilmektedir (Govy 4.0, 2021). Endüstri 4.0, dijital teknolojileri üretim süreçlerine entegre ederek akıllı fabrikalar oluşturmayı hedefleyen bir Alman konseptidir (Bartodziej, 2016). Endüstri 4.0, "yönetim, örgüt ve işletmeyle ilgili 42 terim grubunu, 30 teknoloji/üretimle ilgili değişkeni ve bunlar arasındaki birçok bağımlılığı içeren çok boyutlu bir değer yaratma sistemi" olarak ifade edilmiştir (Nosalska vd., 2019).

Son dönemde akademik araştırmalar Endüstri 4.0 kavramıyla ilgili iş modelleri, metodolojiler ve sistemler geliştirmeye yönelmiştir. Endüstriyel örgütler ise akıllı ürünler, makine takımları ve potansiyel müşterilerin değişimine odaklanmaktadır. Endüstri 4.0 alanındaki ilerlemeler neticesinde toplumsal yaşamda muazzam dönüşümler beklenmektedir. Akıllı şehir uygulamaları, büyük veri analizi, giyilebilir internet, sensör tabanlı vb. uygulamaların temel ilgi alanı olacağı düşünülmektedir. Üretim sürecinde işbirliği yapan, koordine eden, öğrenen makineler, kendi kendine karar veren sistemler, otonom problem çözücüler ve robotların baskın olacağı varsayılmaktadır (Oztemel & Gursev, 2020).

ENDÜSTRİ 4.0 DEVRİMİNİN İŞGÜCÜ VE İSTİHDAMA ETKİSİ

İş hayatı Endüstri 4.0 devriminin etkileri ile hızla dönüşmektedir. Bu dönüşüm farklı sektörlerde faaliyetlerine devam eden örgütlerin insan kaynağı ihtiyacını nicel ve nitel olarak etkilemekte; istihdam biçimlerini farklılaştırmaktadır. Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanımıyla işler hızla otomatikleştirilmekte; vasıfsız, yarı vasıflı işlerde insanlar yerine makineler ve robotlar kullanılmaktadır. Bu durumun vasıfsız, yarı vasıflı çalışanların kitleler halinde işsiz kalmasına yol açacağı düşünülmektedir. Çeşitli sektörlerde bazı örnekleri de görülmeye başlanmıştır.

Aynı zamanda geleneksel işlerden oldukça farklı ve teknolojiyle ilişkilendirilen birçok yeni meslek ortaya çıkmakta ve yeni istihdam alanları oluşmaktadır. Yeni teknolojilerin sürdürülebilirliği nitelikli insan kaynağına bağlı olduğu için vasıflı insan kaynağı ihtiyacı artmaktadır. Yeni meslek alanlarında insan kaynağının yetiştirilmesi öncelikli konulardan biridir. Çünkü teknoloji üretimi ve kullanımı, nitelikli insan kaynağı sayısından daha hızlı gelişmektedir.

Bununla birlikte, üretim işlerinin dışında kalan birçok meslek de dijitalleşmeden etkilenmektedir. Bu meslek gruplarında ise "insan kaynağının işlerini yeni teknolojilerle entegre edebilecek hale getirilmesi" önem kazanmaktadır. İşsiz kalan/kalacak vasıfsız/yarı vasıflı çalışanlar göz ardı edilmeden çözüm yolları geliştirilmelidir. Dolayısıyla bu durum sadece işletmeleri değil, ülkeleri ilgilendiren ve ivedi ele alınması gereken önemli bir insan sermayesi konu başlığıdır.

Bir yapay zekâ araştırma şirketi olan Open AI tarafından geliştirilen ChatGPT 30 Kasım 2022 tarihinde piyasaya sürülene kadar, toplumdaki çoğu birey üretken yapay zekâ

teknolojisinin ne olduğu veya ne işe yaradığından bihaberdi. Yaklaşık üç yılın sonrasında ChatGPT'nin günlük kullanıcı sayısının190,6 milyon kişi olduğu belirtilmektedir (Singh, 2025). Klasik ve neo-klasik iktisadın temel varsayımı olan ekonomik insan (homo economicus) ChatGPT'nin vaat ettiği hayat kolaylaştırıcı asistanlığından oldukça memnun görünmektedir.
Sadece yapay zekâ değil, Endüstri 4.0'ı tetikleyen "akıllı robotlar, büyük veri ve analiz, bulut teknolojileri, nesnelerin interneti, siber güvenlik, simülasyon, zenginleştirilmiş gerçeklik" teknolojileri ile ilgili uygulamalar bir çığ gibi büyümektedir. Mega trend olarak isimlendirilebilecek yapay zeka gibi teknolojiler ile karşı karşıya kalan öğrenciler ve yeni mezunlar dijitalleşen hayata nasıl uyum sağlayacaktır?
Hızlı dijitalleşme tüm sektörleri özellikle dijital teknolojilerin ilk elde kullanılmaya başlandığı sektörleri derinden etkilemektedir. Eğitim sektörü bağlamında eğitim örgütleri de dijital dönüşüm sürecine girmektedir. Ancak tüm sektörlere insan kaynağı yetiştiren üniversiteler bakımından düşünüldüğünde elimizde bir *"dijitalleşen iş hayatına uyum paketi"* bulunmamaktadır. Bu durumda 2011 yılından bu yana daha çok konuşulmaya başlanan yeni teknolojilerin öğrenilmesi ve öğretilmesinde, doğrudan etkilenen bölümler haricinde bir yol haritamız olup olmadığı önemli bir sorudur.
Küresel olarak sanayi, sektörler ile yakın iletişimde bulunan, işbirliği yapan üniversiteler, müfredatlarına daha fazla işe yarayan içerik ve uygulama eklemeyi başarabilmiştir. Diğer tarafta birçok üniversitede uygulama içeriği yok denecek kadar az olan teknoloji konulu dersler müfredata eklenmektedir. Hem mevcut hem de yeni açılan bölümlerde öğrenim görmekte olan öğrencilerin hızlı dijitalleşme karşısında nasıl aksiyon alması gerektiğinin henüz farkında olmadığı söylenebilir. Dijitalleşen iş hayatında yapay zekâ gibi teknolojilerden nasıl daha etkin olarak yararlanılabileceği, çalışılması gereken bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır.

DİJİTALLEŞEN İŞ HAYATI VE İNSAN KAYNAĞI GELİŞTİRME ZORLUKLARI

Dijitalleşme hayatın hemen her alanını dolayısıyla temel olarak ekonomiyi de dönüştürmektedir. Ekonominin dijitalleşmesi, üretim, dağıtım, değişim ve tüketim modellerinde köklü değişiklikleri beraberinde getirmektedir. Bu değişiklikler inovasyonların yaşam döngüsünü kısaltırken, işletmeler arası rekabeti artırmaktadır (Lapidus & Lapidus, 2018). Dijital rekabet ortamında, geleneksel iş yapma biçimleri ve modelleri ile rekabetçi kalabilmek neredeyse imkânsız hale gelmektedir. Bu nedenle hızla paylaşım ekonomisi ve platform tabanlı modeller gibi çeşitli dijital iş modellerinin geliştirilerek kullanıldığına şahit olmaktayız (Rachinger vd., 2019; Berawi vd., 2020). Dijital çözümleri aktif olarak kullanabilen işletmelerin daha esnek, verimli ve yenilikçi hale geldiği, yeni gelir kaynakları bulabildiği, operasyonlarını ölçeklendirebildiği görülmektedir (Dehtyarov vd., 2024).
Dijitalleşen dünyanın örgütleri, yeni teknolojilerle uyumlu olarak, çalışan yetkinliklerini koruma (Rustam vd., 2024) ve yetkin insan kaynağına erişmede çeşitli zorluklarla karşılaşmakta; geleceğin belirsizliği, değişkenliği ve karmaşıklığını yönetecek yetkinliklere ihtiyaç duyulmaktadır (Tovkanets & Tovkanets, 2024). Nurhalima (2023) dijitalleşen iş hayatına uyumun, çeşitli sektörlerde yaygın ve yoğun bir şekilde mesleki eğitimlerle giderilmeye çalışıldığını vurgulamıştır. Özkan-Özen & Kazancoglu (2021) Endüstri 4.0 döneminde işgücü geliştirmeye dair zorlu konu başlıklarını aşağıdaki gibi belirlemiştir:

- Analitik düşünme eksikliği ve karmaşıklıkla başa çıkma,
- Bilgi teknolojisi /dijital becerilerin eksikliği,
- Çalışanların değişime karşı direnci,
- Daha uzun öğrenme süresi ve özel eğitim için gereksinimler,
- Dâhili dijital kültür eksikliği,
- Dijitalleşme için yetersiz organizasyon yapısı ve yönetim sistemi,
- Dijital sistemler için eğitim maliyeti,

- Disiplinlerarası düşünme ve oyunculuk eksikliği,
- İnsan ve makine arasındaki etkileşimin ve ilgili bilgi alışverişinin anlaşılmaması,
- İşgücü piyasasında yeterli becerilere sahip işgücü eksikliği,
- Merkezi olmayan karar vermede yetenek eksikliği,
- Öğrenmeye hazırlık/yetenek eksikliği,
- Sistem düşüncesi/bilgisi eksikliği.

Bu zorlukların daha çok metodolojik, kişisel, sosyal ve teknik yetkinliklerin geliştirilmesi hususunda eksiklikler olduğuna dikkat çekilmektedir. Hecklau vd. (2016) araştırmasında Endüstri 4.0 dönemine özgü yetkinlikler kümesini dört başlıkta sınıflandırmaktadır:

- *Teknik Yetkinlikler:* bilgi teknolojileri güvenliğinin anlaşılması, ileri teknoloji bilgisi, kodlama becerileri, medya becerileri, süreç anlayışı, teknik beceriler vb.
- *Metodolojik Yetkinlikler:* analitik beceriler, araştırma becerileri, girişimci düşünce, çatışma çözümü, karar verme, problem çözme, verimlilik yönetimi, yaratıcılık vb.
- *Sosyal Yetkinlikler:* ağ becerileri, bilgi transfer yeteneği, dil becerileri, işbirliği ve uzlaşma yeteneği, kültürlerarası beceriler, liderlik becerileri, takım çalışması vb.
- *Kişisel Yetkinlikler:* baskı altında çalışma yeteneği, belirsizliğe tolerans, esneklik, öğrenme motivasyonu, sürdürülebilir zihniyet, uyumluluk vb.

SONUÇ

Endüstri 4.0 devrimiyle dünyada işgücünün niteliği ve istihdamın yapısı hızla değişmekte; var olan mesleklerdeki çalışanlardan beklentiler farklılaşırken yeni meslekler ortaya çıkmaktadır. Dijital gelecek için talep edilen bazı beceri türleri "işin gereği olan teknik beceriler, dijital okuryazarlık, yönetim ve liderlik becerileri, STEM becerileri, Endüstri 4.0 becerileri, işletmecilik ve girişimcilik becerileri, inovasyon becerileri" olarak ifade edilmektedir.

Hızla gelişen teknolojiler karşısında "insana karşı teknoloji" değil, insanı merkeze alan ve insanın potansiyelini daha iyi ortaya çıkarabilecek biçimde iş yaşamının oluşturulması gerekmektedir. Üniversite öğrencilerinin mezun olacakları bölümler göz önünde bulundurulmaksızın dijital çağın gerektirdiği becerilerle donatılması ve farkındalıklarının arttırılması önem kazanmaktadır.

Akademisyenler, kamu ve özel sektör liderleri, sanayiciler gibi Endüstri 4.0 paydaşları, insan kaynağının dijital iş hayatına uyum sağlamasında önemli bir rol üstlenmektedir. Üniversitelerdeki farklı bölümlerin mesleki yeterlilikleri ile yeni teknolojilerin kullanımı bağlamında, sektördeki paydaşları bir araya getiren, profesyonel bir bakış açısına dayanan uygulamaların geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Üniversite öğrencilerinin dijital dünyada "fiziksel, zihinsel ve duygusal sağlığını" koruyarak çalışabilmeleri için gerekli yetkinlikleri geliştirebilmelerini sağlamak; bu çalışmaların etkili, eşit ve adil bir şekilde yerine getirilebilmesi için işbirliği içinde olmaya ihtiyaç vardır.

Sadece teknik ve fen bilimleri ağırlıklı bölümler değil, tüm bölümlerde, alanlar ve işlere uygun biçimde dijitalleşme ve dijital dönüşüm hakkında farkındalığın arttırılması gerekmektedir. Bilgi düzeyinin ötesinde dijital araçları ve uygulamaları kullanabilmek değerli hale gelmekte; bireylerin daha verimli çalışabilmelerinde etkili olmaktadır.

Bilgi teknolojileri gibi temel bazı derslerin, ders müfredatına eklenmesi dijitalleşen iş hayatına uyumun sağlanmasında tek başına yeterli olmayabilir. Robotik ve Yapay Zekâ, Yapay Zekâ Operatörlüğü gibi Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik yeni bölümlerin açılması önemli bir adım olmakla birlikte, bu alanlardaki akademik çalışmaların geliştirilebilmesi için zamana, insan kaynağına ve bütçeye ihtiyaç vardır. Üniversitelerde mevcut bölümlerdeki müfredatlar ile yeni açılacak bölümlerdeki müfredatların yeni zorlu konu başlıklarına uygun olarak geliştirilmesi faydalı olacaktır.

Kaynakça

Bartodziej, C. J. (2016). The concept industry 4.0. *The concept industry 4.0: An empirical analysis of technologies and applications in production logistics* (pp. 27-50). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Berawi, M. A., Suwartha, N., Asvial, M., Harwahyu, R., Suryanegara, M., Setiawan, E. A., ... & Maknun, I. J. (2020). Digital innovation: Creating competitive advantages. *International Journal of Technology*, *11*(6), 1076-1080.

Dehtyarov, D., Vankevych, I., & Romanyuta, E. (2024). The latest features of digitalization of business: the experience of leading countries. *Market Infrastructure*. https://doi.org/10.32782/infrastruct80-9.

Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, *252*, 119869.

Govy 4.0 (2021). Endüstri 4.0 Nedir?. https://govy40.com/endustri-4-0-nedir/

Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. Procedia Cirp, 54, 1-6.

Lapidus, L., & Lapidus, L. (2018). Digital economy: E-business and e-commerce management. (Лапидус, Л., & Lapidus, L. (2018). Digital economy: e-business and e-Commerce Management.) . https://doi.org/10.12737/MONOGRAPHY_5AD4A677581404.52643793.

Nosalska, K., Piątek, Z. M., Mazurek, G., & Rządca, R. (2019). Industry 4.0: coherent definition framework with technological and organizational interdependencies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *31*(5), 837-862.

Nurhalima, A. S. (2023). Building competitive employees in the digital era with competency-based training. *Kolokıum Jurnal Pendidikan Luar Sekolah*, *11*(3), 1029-1034.

Ozkan-Ozen, Y. D., & Kazancoglu, Y. (2021). Analysing workforce development challenges in the Industry 4.0. *International Journal of Manpower*, *43*(2), 310-333.

Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of intelligent manufacturing*, *31*(1), 127-182.

Rachinger, M., Rauter, R., Müller, C., Vorraber, W., & Schirgi, E. (2019). Digitalization and its influence on business model innovation. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *30*(8), 1143-1160.

Rustam, A., Astuti, I. Y., & Safitri, U. R. (2024). Strategies for improving employee competencies in the digitalization era through training and human resource development. *The Journal of Academic Science*, *1*(7), 849-857.

Singh, S. (2025). ChatGPT Users Stats (November 2025) – Growth & Usage Data. https://www.demandsage.com/chatgpt-statistics/

Tovkanets, G., & Tovkanets, O. (2024). Conceptual approaches to modeling alternative forms for the development of competencies of specificity in the minds of educational transformations. *Aesthetics And Pedagogical Ethics*, (30), 42-53. (Товканець, Г., & Товканець, О. (2024).

DÜNYA DİJİTAL REKABETÇİLİK SIRALAMASINDA TÜRKİYE'NİN KONUMU

Doç. Dr. Ayşe ASİLTÜRK
Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü
Trabzon Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu
ORCID: 0000-0002-6221-6208

Özet
Uluslararası Yönetim Geliştirme Enstitüsü (International Institute for Management Development-IMD) tarafından geliştirilen ve 69 ülkenin verilerinin incelenmesiyle belirlenen Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralaması (World Digital Competitiveness Ranking) endeksine göre 2025 yılında ilk 10 ülke sırasıyla: İsviçre, ABD, Singapur, Hong Kong SAR, Danimarka, Hollanda, Kanada, İsveç, BAE, Tayvan (Çin Taipei) olarak tespit edilmiştir. 2025 yılı genel sıralamasında Türkiye 63.cü sırada yer almaktadır. Bu çalışmada Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralaması endeksinde ana ve alt faktörlere göre belirlenen sıralamaların Türkiye'nin dijital rekabetçilik durumu bağlamında ne anlama geldiği değerlendirilmiş; dijital rekabetçiliğin artırılması yönünde neler yapılması gerektiği konusunda öneriler sunulmuştur.
Anahtar kelimeler: Uluslararası Yönetim Geliştirme Enstitüsü, Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralaması, Türkiye, dijital rekabet

TÜRKİYE'S POSITION IN THE WORLD DIGITAL COMPETITIVENESS RANKING

Abstract
According to the World Digital Competitiveness Ranking index, developed by the International Institute for Management Development (IMD) and based on data from 69 countries, the top 10 countries for 2025 are: Switzerland, the United States, Singapore, Hong Kong SAR, Denmark, the Netherlands, Canada, Sweden, the UAE, and Taiwan (Chinese Taipei). Türkiye ranks 63rd in the 2025 overall ranking. This study evaluates the significance of the rankings, determined by the main and sub-factors in the World Digital Competitiveness Ranking index, in the context of Türkiye's digital competitiveness status and offers recommendations on what needs to be done to increase digital competitiveness.
Keywords: International Institute for Management Development, World Digital Competitiveness Ranking, Türkiye, digital competition

GİRİŞ

Mikro seviyede işletmeler faaliyet gösterdikleri sektörlerde ve ülkede rekabette nasıl konumlandıklarını bilmek isterken; makro seviyede ise ülkeler ve bu ülkelere bağlı işletmeler küresel rekabetteki konumlarından yola çıkarak stratejiler geliştirme ihtiyacı içerisindedir. Küresel olarak kamu ve özel sektör işletmelerinin rekabet gücünün belirlenmesine yönelik çeşitli endeksler geliştirilmiştir. Bu endeksler içerisinde nispeten yeni olan dünya dijital rekabetçilik sıralamasına geçmeden önce genel rekabetçiliğin ölçüldüğü dünya rekabetçilik sıralamasından kısaca bahsedilecektir.

IMD Dünya Rekabet Merkezi (IMD World Competitiveness Center), 35 yılı aşkın bir süredir 60 ülkede 73 Ortak Enstitüden oluşan bir ağ ile işbirliği içerisinde, ülkelerin ve şirketlerin

sürdürülebilir değer oluşturabilmek için nasıl rekabet ettikleri konusundaki araştırmalara öncülük etmektedir. IMD Dünya Rekabet Merkezi'nin çalışmaları arasında (IMD, 2025d):

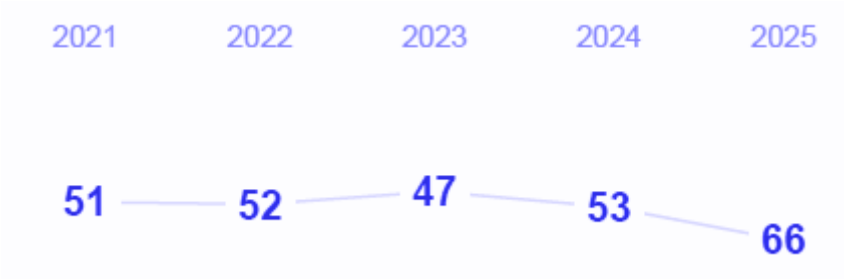
- Akıllı Şehir Endeksi,
- Hinrich-IMD Sürdürülebilir Ticaret Endeksi,
- IMD Dünya Rekabetçilik Yıllığı,
- IMD Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralaması,
- IMD Dünya Yetenek Sıralaması,
- Rekabetçilik Özel Raporları,
- Rekabetçilik Tahmin Raporları,
- Rekabetçilik üzerine Atölyeler/Mega Dalışlar bulunmaktadır.

IMD Dünya Rekabet Merkezi tarafından hazırlanan Dünya Rekabetçilik Sıralaması, ülkelerin özel / kamu işletmelerinin rekabet gücünü sürdürebilecekleri bir ortam oluşturma ve sürdürme kapasitelerini analiz etmektedir. Bu sıralamanın metodolojisi, ulusal çevreyi "altyapı, ekonomik performans, hükümet verimliliği /etkinliği, işletme verimliliği/etkinliği" olarak dört ana faktöre ayırmakta; her bir faktör, analiz edilen alanların her yönünü vurgulayan 5 alt faktöre ayrılarak, toplamda 20 alt faktör 341 kriterden oluşmaktadır. İçerdiği kriter sayısından bağımsız olarak her alt faktör, sonuçların genel konsolidasyonunda aynı ağırlığa sahiptir (%5). Gayrisafi yurt içi hasıla (GSYİH) gibi somut bazı kriterler genel sıralamada 2/3'lük bir ağırlığa sahipken, anket verileri 1/3'lük bir ağırlığa sahiptir. 20 alt faktörün sonuçlarının bir araya getirilmesiyle toplam konsolidasyon sağlanmakta; genel sıralamaya ulaşılmaktadır (IMD, 2025d).

2021-2025 yılları arasında IMD Dünya Rekabetçilik Sıralamasında Türkiye, 51.ci sıradan 66.cı sıraya; Avrupa- Ortadoğu - Afrika'yı da kapsayan 45 ülke içerisinde ise 34.cü sıradan 43.cü sıraya gerilemiştir (Şekil 1). Türkiye'nin alt faktörler bazında 2025 yılı IMD Dünya Rekabetçilik Sıralaması sonuçları aşağıdaki gibidir:

- **Ekonomik Performans:** Yurtiçi Ekonomi (19); Uluslararası Ticaret (23);Uluslararası Yatırım (59); İstihdam (43); Fiyatlar (61)
- **Hükümetin Etkinliği:** Kamu Maliyesi (60); Vergi Politikası (45); Kurumsal Çerçeve (66); İş Mevzuatı (60); Toplumsal Çerçeve (66)
- **İşletmelerin Etkinliği:** Üretkenlik ve Verimlilik (65); İşgücü Piyasası (67); Finans (67); Yönetim Uygulamaları (69); Tutumlar ve Değerler (68)
- **Altyapı:** Temel Altyapı (51); Teknolojik Altyapı (64); Bilimsel Altyapı (38); Sağlık ve Çevre (54); Eğitim (54)

Şekil 1. 2021-2025 yılları arasında IMD Dünya Rekabetçilik Sıralamasında Türkiye'nin konumu



Bu sıralamalara göre Türkiye'nin yüksek güçlü alanları, "bilimsel altyapı, yurtiçi ekonomi ve uluslararası ticaret"; orta seviye güçlü alanları, "eğitim, istihdam, temel altyapı"; zayıf alanları ise "enflasyon ve fiyat istikrarı, finansmana erişim, işgücü piyasası; kurumsal çerçeve, teknolojik altyapı, yönetim uygulamaları" olarak ifade edilebilir.

IMD DÜNYA DİJİTAL REKABETÇİLİK SIRALAMASI HAKKINDA GENEL BİLGİ

Bu çalışmanın konusu 2025 yılı IMD Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralamasında Türkiye'nin mevcut konumunun değerlendirilmesidir. Uluslararası Yönetim Geliştirme Enstitüsü (International Institute for Management Development-IMD) tarafından geliştirilen Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralaması (World Digital Competitiveness Ranking-WDCR), 2025 yılı itibariyle dokuz yıldır "ülkelerin dijital teknolojileri benimseme, keşfetme kapasitesi ve hazırlığını ölçerek" bir rapor sunmaktadır. Bu sıralama, somut verilerin yanısıra, iş dünyası yöneticileri ile hükümet yöneticilerinden gelen anket yanıtlarına dayandırılmaktadır. Elde edilen sonuçlar, hem hükümetler hem de şirketler açısından dijital dönüşüme başlarken veya bu dönüşümü sürdürürken en iyi uygulamaların neler olabileceğini; mevcut kaynaklarını nereye yoğunlaştırmaları gerektiğini anlamaları yönünde yol gösterici niteliktedir (IMD, 2025a).

2025 Dijital Rekabetçilik Sıralaması'na göre, ABD, İsviçre ve Singapur, 69 küresel ekonomi içerisinde dijital açıdan en bilgili ülkelerdir. İsviçre, 69 ülke arasında lider konumdadır. Bu ülkelerde, altyapı, inovasyon ve yetenek ekosistemleri iyi bir durumdadır. Ancak ticaret gerilimleri nedeniyle bu avantajlı konumlarının tehdit altında olduğu; teknik standartlar, yatırım öncelikleri ve veri akışına daha fazla müdahale edilmesiyle bu sıralamanın değişebileceği ifade edilmektedir (IMD, 2025a).

Ticaret savaşlarının tetiklediği belirsizlik ortamında, ulusal ve örgütsel düzeyde dijital rekabet gücü üzerinde önemli bir baskı mevcuttur. Böyle bir belirsizlik ortamında dünya çapındaki liderler, düzenleyici gelişmeler, yapay zeka ve yetenek akışlarının öngörülemezliğiyle mücadele etmektedir. Bu mücadele bağlamında, ülkeler ve bölgeler dijital alanda yeni stratejik avantajlar bulmak için yarışmaktadırlar. Küresel ticaret gerilimlerinin, ulusların dijital rekabet gücünü aşağıdaki gibi üç ana şekilde etkilediği belirtilmektedir (IMD, 2025a):

- *Dijital altyapıda kazananlar ve kaybedenlerin oluşması;* kazananlar internet, telekomünikasyon ve teknoloji uygulamalarına daha fazla yatırım yaparak iç pazara bağımlılıklarını artırmaktadır.
- *Düzenleyici çerçevenin netleştirilmesi ve güvenlik,* hükümetler ve işletmelerin mevcut teknolojiyi mümkün olduğunca verimli ve etkili bir şekilde entegre etmelerini sağlamaktadır.
- *Yetenek mobilitesini korumakta;* yeteneğin bazı ülkelere girişi iç politikalar ve jeopolitik istikrarsızlık nedeniyle eskisi kadar yüksek değilken; ülkeye gelen yetenekten daha fazlasının ülkeyi terketmesi dijital rekabet gücünü olumsuz yönde etkilemektedir.

IMD Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralaması raporunda, dünya çapında 6.000 üst düzey yöneticinin anket cevaplarına dayanılarak, dijital politikaların oluşturulmasında etkili dört sektörel trend aşağıdaki gibi belirlenmiştir (IMD, 2025a):

- Altyapı yoğun sektörlerin beklentilerin üzerinde performans göstermesi,
- Bilgi tabanlı sektörlerin, stratejik önemlerine rağmen düşük performans göstermesi,
- Risk sermayesi eksikliğinin, sektörler arası bir kısıtlama olması,
- Yönetişim çerçevelerinin, sektör genelinde inişli çıkışlı olması.

Altyapı sektörleri, diğer bütün sektörlerin çalışabilmesi için gerekli temel hizmetleri sağlayan sektörlerden oluşmakta olup; ekonomik yapının dev motoru gibi düşünülebilir. Ulaştırma ve lojistik altyapısı, "demiryolları, denizyolları/limanlar, havayolları, karayolları, kentsel ulaşım sistemleri"nden oluşmaktadır (Borrillo, 1994; OECD, 2017). Enerji altyapısı, "doğalgaz boru hatları ve dağıtımı, elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı, petrol rafinerileri ve boru hatları, güneş,

rüzgâr, hidro vb. yenilenebilir enerji tesisleri"nden meydana gelmektedir. Su ve atık yönetimi altyapısı kapsamında "atık su arıtma tesisleri, içme suyu barajları ve şebekeleri, kanalizasyon sistemleri, katı atık yönetimi ve geri dönüşüm tesisleri" bulunmaktadır (Ansar vd., 2016). Modern dünyanın nöron ağı denilebilecek telekomünikasyon ve dijital altyapı ise bulut bilişim altyapıları, internet omurgası ve fiber hatlar, 4g, 5g, baz istasyonları gibi mobil iletişim altyapısı ve veri merkezlerini kapsamaktadır (Norris, 2003).

Birçok ülkede dijitalleşmeyle bağlantılı altyapı eksiklerini gidermeye yönelik artan çalışmalar, altyapı yoğun sektörlerin beklentinin üzerinde performans göstermesine katkıda bulunmuş olabilir. Nitekim son dönemde Türkiye'de dijital altyapı projelerinin hayata geçirildiği görülmektedir. Uysal vd. (2023) belirttiği gibi kamu kurumlarının dijitalleşmesini koordine eden merkezi bir yapı olarak Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi bünyesinde, Açık Veri Projesi, Dijital Türkiye (e-Devlet) Projesi, Elektronik Kamu Bilgi Yönetim Sistemi (KAYSİS), KamuNet gibi projeler yürütülmektedir.

Bilgi tabanlı sektörler, üretimin temel girdisinin Ar-Ge, bilgi, yenilik ve yüksek nitelikli insan sermayesi olduğu sektörler olup; bazı örnekler aşağıdaki gibidir (Hatzichronoglou, 1997; Godin, 2006; Powell & Snellman, 2004):

- Ar-Ge ve Yenilik Sektörleri: biyoteknoloji, nanoteknoloji, robotik, yapay zeka vb.
- Bilgi ve İletişim Teknolojileri: ağ teknolojileri, donanım, yazılım vb.
- Eğitim ve Bilimsel Hizmetler: araştırma merkezleri, üniversiteler vb.
- Finansal Hizmetler ve Fintech: bankacılık, dijital finans, sermaye piyasaları vb.
- Profesyonel ve Yönetimsel Hizmetler: danışmanlık, mühendislik, tasarım vb.
- Yaratıcı Endüstriler: dijital medya, film, grafik tasarım, oyun sektörleri vb.
- Yüksek Teknoloji İmalat: elektronik, havacılık, ilaç, medikal cihazlar vb.

Risk sermayesi eksikliği, sektörler arası bir kısıtlama olmaya devam etmektedir. Bu kavram, II. Dünya Savaşı'ndan sonra teknoloji ağırlıklı sanayileşme stratejisini benimseyen ABD, Almanya, Fransa, Hollanda, İngiltere, Japonya gibi ülkelerde ortaya çıkmıştır. Risk sermayesi, "yeterli finansal güce sahip olmayan ancak dinamik ve yaratıcı girişimcilerin yatırım fikirlerini gerçekleştirmeye olanak tanıyan bir yatırım finansmanı biçimi"dir (SPK, 2025). Nitekim Kaya (2001) analizinde Türkiye'nin teknolojik kutuplaşma açısından teknolojik mahrumiyet bölgeleri arasında yer aldığını; Avrupa, Orta Asya ve Orta Doğu gibi önemli pazarlara yakınlık ve ticaret yolları potansiyelini değerlendiremediğini; teknoloji üreten bir ülke haline gelebilmek için risk sermayesi sisteminin gelişiminin Türkiye için öncelikli bir konu olduğunu; her aşamadaki işletmenin sorunlarına çözüm üretebilecek bir mekanizmaya, aynı zamanda kültür ve eğitim çalışmalarıyla beslenen, bütüncül bir "iş planına" ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır.

Yönetişim çerçevelerinin sektör genelinde inişli çıkışlı olması, sektörde kullanılan denetleyici, düzenleyici ve stratejik yönetim mekanizmalarının zaman içinde tutarlılık göstermediğine işaret etmektedir. Bu durum, sektörün standartlaşmasını zorlaştırarak, işletmelerin uzun vadeli planlama yapmasını güçleştirmekte ve stratejik riskleri artırmaktadır (OECD, 2020).

DÜNYA DİJİTAL REKABETÇİLİK SIRALAMASINDA TÜRKİYE'NİN KONUMU

69 ülkenin karşılaştırıldığı Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralamasında genel sıralama haricinde üç alt faktör olan "bilgi, teknoloji, geleceğe hazırlıklılık" boyutlarında sıralamalar yapılmaktadır. Her bir faktörün altında ise aşağıda sunulduğu gibi çeşitli alt faktörler yer almaktadır:

- Bilgi Faktörü: yetenek, eğitim ve öğretim, bilimsel yoğunlaşma
- Teknoloji Faktörü: düzenleyici çerçeve, sermaye, teknolojik çerçeve
- Geleceğe Hazırlıklılık Faktörü: Uyarlanabilir tutumlar, iş çevikliği, BT entegrasyonu

Türkiye'nin Zaman İçinde Sıralaması

Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralaması 2025 yılı analizine göre Türkiye, 69 ülke ekonomisi içerisinde 63.cü sırada yer almaktadır. 2021 yılından bu yana Türkiye, 48.ci sıradan 63.cü sıraya gerilemiştir (Şekil 2).

Şekil 2. 2021-2025 Yılları Arasında Türkiye'nin Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralamasında Konumu

Türkiye profili için faktörler ve alt faktörler bazında 2025 yılı sıralamaları Tablo 1'de görüldüğü gibidir. Oklar Türkiye'nin 2024 yılına oranla sıralamasının yukarı veya aşağı yönde nasıl değiştiğini göstermektedir. Buna göre faktörler veya ana boyutlar bağlamında bilgi (knowledge) faktörü sıralamasında bir yükselme görülürken; teknoloji (67) ve geleceğe hazırlıklılık (59) faktörleri sıralamasında bir gerileme vardır. Türkiye bu faktörlere göre 69 ülke içerisinde son sıralardaki 10 ülke içerisinde yer almaktadır.

Alt faktörlerin genel görünümü itibariyle;

- Bilgi faktörü bağlamında, eğitim ve öğretim ile bilimsel yoğunlaşma konularında sıralamanın yükseldiği; yetenek konusunda gerilediği;
- Teknoloji faktörü bağlamında, düzenleyici çerçeve, teknolojik çerçeve ve sermaye konularında gerileme yaşandığı,
- Geleceğe hazırlıklılık faktörü bağlamında, bilgi teknolojileri (BT) entegrasyonu, uyarlanabilir tutumlar, iş çevikliği konularında gerileme yaşandığı görülmektedir.

Tablo 1. 2025 yılı IMD Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralaması'nda Türkiye

Genel	Faktörler	Alt Faktörler		
	BİLGİ 60	Yetenek 64	Eğitim ve öğretim 64	Bilimsel yoğunlaşma 37

63	**TEKNOLOJİ** 67	Düzenleyici çerçeve 63	Sermaye 67	Teknolojik çerçeve 62
	GELECEĞE HAZIRLIKLILIK 59	Uyarlanabilir tutumlar 60	İş çevikliği 67	BT entegrasyonu 52

Bu faktörler ve alt faktörlerin ne anlama geldiği aşağıda izah edilecektir.

Bilgi Faktörü ve Alt Faktörleri

Bilgi faktörü genel sıralamasında Türkiye 2021 yılında 57.ci sırada iken 2025 yılında 60.cı sıraya gerilemiştir. Bu gerilemenin nedenlerini daha iyi anlamak için alt faktörleri incelemek gereklidir (Şekil 3). Bilgi faktörünün altında "yetenek, eğitim ve öğretim, bilimsel yoğunlaşma" alt faktörlere yer verilmiştir. Türkiye 2025 yılında yetenek, eğitim ve öğretim alt faktörlerinde 64.cü sıraya gerilemiştir.

Şekil 3. Türkiye Bilgi Faktörü Genel Sıralaması (WDCR, 2025)

Yetenek alt faktörü altındaki kriterler incelendiğinde, Türkiye'nin OECD tarafından yürütülen öğrencinin öğrendiğini gerçek hayatta kullanabilme kapasitesini ölçen uluslararası bir öğrenci değerlendirme programı olan PISA sıralamasında, uluslararası öğrencilerin net akışında ve kadın araştırmacılar konularında daha üst sıralarda yer aldığı görülmektedir.

Eğitim ve öğretim alt faktörü altındaki kriterler incelendiğinde, Türkiye'nin yükseköğrenim başarısı ile eğitime yapılan kamu harcamaları açısından daha üst sıralarda yer alırken, çalışanların eğitiminde son sıralarda olduğu görülmektedir.

Bilimsel konsantrasyon alt faktörü altındaki kriterler incelendiğinde, Türkiye'nin umut verici biçimde yayına göre Ar-Ge verimliliği başta olmak üzere yapay zeka ile ilgili patent yayınlarında daha üst sıralarda yer aldığı görülmektedir.

Teknoloji Faktörü ve Alt Faktörleri

Teknoloji faktörü genel sıralamasında Türkiye 2021 yılında 52.ci sırada iken, 2025 yılında 67.ci sıraya gerilemiştir. Bu gerilemenin nedenlerini daha iyi anlamak için alt faktörleri incelemek gereklidir. Teknoloji faktörünün tüm alt faktörlerinde yani, düzenleyici çerçeve (63), sermaye (67) ve teknolojik çerçeve (62) konularında Türkiye son sıralarda yer almaktadır.

Şekil 4. Türkiye Teknoloji Faktörü Genel Sıralaması (WDCR, 2025)

Düzenleyici çerçeve alt faktörü altındaki kriterler incelendiğinde, iş kurma ve sözleşmelerin uygulanması bağlamında üst sıralarda olan Türkiye'nin "teknolojinin geliştirilmesi, uygulanması, bilimsel araştırma mevzuatı, fikri mülkiyet hakları" konularında son sıralarda olduğu görülmektedir.

Sermaye alt faktörü altındaki kriterler incelendiğinde, Türkiye'nin yapay zekaya özel yatırım, telekomünikasyona yatırım alanlarında üst sıralarda olduğu; risk sermayesi, bankacılık ve finansal hizmetler ile teknolojik gelişim için finansman konularında ise son sıralarda yer aldığı görülmektedir.

Teknolojik çerçeve alt faktörü altındaki kriterler incelendiğinde, Türkiye güvenli internet sunucuları ve internet kullanıcıları bakımından üst sıralarda iken; mobil geniş bant aboneleri açısından son sıralarda yer almaktadır.

Mobil geniş bant aboneliği oranlarının düşüklüğü, toplumun önemli bir kısmının mobil interneti düzenli veya yeterli hızda kullanamadığı, dijital hizmetlere erişimde bir eşitsizlik olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum, dijital ekonominin yaygınlaşmasını ve çevrimiçi hizmetlere erişimi doğrudan sınırlandırmaktadır (ITU, 2023).

Geleceğe Hazırlıklılık

Geleceğe hazırlıklılık faktörü sıralamasında Türkiye, 2021 yılında 41.ci sırada iken 2025 yılında 59.cı sıralamaya gerilemiştir. Bu gerilemenin nedenlerini daha iyi anlamak için alt faktörleri incelemek gereklidir. Bu boyutun alt faktörleri "uyarlanabilir tutumlar, iş çevikliği, BT entegrasyonu" olarak ifade edilmiştir.

Şekil 5. Türkiye Geleceğe Hazırlıklılık Faktörü Genel Sıralaması (WDCR, 2025)

Uyarlanabilir tutumlar alt faktörü altındaki kriterler incelendiğinde, Türkiye'nin e-katılım ve akıllı telefon bulundurma konularında üst sıralarda iken; esneklik ve uyarlanabilirlik, küreselleşmeye yönelik tutumlar bakımından gerilerde olduğu görülmektedir.

İş çevikliği alt faktörü altındaki kriterler incelendiğinde, Türkiye'nin girişimcilerin başarısızlık korkusu ile dünya robot dağılımı (sayısı) açısından üst sıralarda olduğu; ancak şirketlerin çevikliği, büyük veri ve analitiği alanlarında son sıralarda olduğu görülmektedir.

BT entegrasyonu alt faktörü altındaki kriterler incelendiğinde, Türkiye'nin e-devlet uygulamaları açısından daha üst sıralarda iken; siber güvenlik açısından son sıralarda olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Rekabetçi kalabilmek için devletler ve işletmelerin dayanıklılık odaklı bir zihniyet benimsemesi; krizlerde felç olmama, kısa vadeli çözümler yerine proaktif biçimde dalgalanmalarda başarılı olma kapasitesi geliştirebilmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda günümüzde aşağıdaki stratejik zorunlulukların ortaya çıktığı tespit edilmiştir (IMD, 2025d):

- çeviklik ve kriz dayanıklılığı oluşturmak,
- enflasyon ve döviz dalgalanmalarını stratejik zorluklar haline getirmek,
- güven oluşturan kurumları teşvik etmek,
- karmaşık zorluklar için insan sermayesi oluşturmak,
- öngörülü yönetişim modelleri geliştirmek,
- reaktif kısa vadeli yaklaşımlardan kaçınmak,
- sektörel stratejik özerklik geliştirmek,
- sınır ötesi işbirliği ve bilgi paylaşımını teşvik etmek,
- teknolojik öz yeterliliği inovasyona açıklıkla dengelemek,
- uzun vadeli rekabet güçlerine yatırım yapmak.

2025 yılı IMD Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralaması'nda Türkiye'nin mevcut konumu üzerinden bir değerlendirme yapıldığında, aşağıdaki alan ve konularda çalışma/yatırımların yoğunlaştırılması gerektiği ileri sürülebilir:

- bankacılık ve finansal hizmetler,
- bilimsel araştırma mevzuatı,
- büyük veri ve analitiği,
- çalışanların eğitimi,

- esneklik ve uyarlanabilirlik,
- fikri mülkiyet hakları,
- küreselleşmeye yönelik tutumlar,
- mobil genişbant aboneliği,
- risk sermayesi,
- siber güvenlik,
- şirketlerin çevikliği,
- teknolojinin geliştirilmesi ve uygulanması,
- teknolojik gelişim için finansman.

2025 yılı IMD Dünya Dijital Rekabetçilik Sıralaması gibi endeksler, hem kamu hem de özel sektör örgütleri açısından yol gösterici nitelikte olup, birçok ülkenin benzer verilerini bir araya getirmesi ve analiz ederek raporlaması açısından değerlidir. Yöneticiler en iyi uygulamalara sahip ülkeleri tanıyarak, bu ülkelerdeki çalışmaları inceleyebilir, kıyaslama yapabilir; yeni girişimler ve işbirliklerinde bulunabilirler. Akademik çalışmalarda ise bu endekste vurgulanan, aşağı yönlü faktör / alt faktörlere odaklanılarak, iyileştirmelerin nasıl yapılabileceği ele alınabilir. Türkiye dünya dijital rekabetçilik sıralamasında hak ettiği konumda değildir. Türkiye'nin dünya dijital rekabetçilik sıralamasında daha üst sıralara yükselebilmesi, kamu sektörü ve özel sektör paydaşlarının bütüncül ve güçlü bir strateji çerçevesinde bir araya gelerek hareket edebilmesiyle mümkündür.

KAYNAKÇA

Ansar, A., Flyvbjerg, B., Budzier, A., & Lunn, D. (2016). Does infrastructure investment lead to economic growth or economic fragility? Evidence from China. *Oxford Review of Economic Policy*, *32*(3), 360-390.

Borrillo, M. (1994). World Development Report 1994: Infrastructure for Development. *Denver Journal of International Law & Policy*, *23*(1), 15.

Godin, B. (2006). The knowledge-based economy: conceptual framework or buzzword?. *The Journal of Technology Transfer*, *31*(1), 17-30.

Hatzichronoglou, T. (1997). Revision of the high-technology sector and product classification (No. 1997/2). OECD Publishing.

IMD (2025a). Switzerland leads 69 nations in digital competitiveness – but its position is threatened by trade fragmentation. https://www.imd.org/news/competitiveness/switzerland-leads-69-nations-in-digital-competitiveness-but-its-position-is-threatened-by-trade-fragmentation/

IMD (2025b). World Digital Competitiveness Ranking Report. https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness-ranking/

IMD (2025c). World Digital Competitiveness Ranking 2025, Digital competitiveness profile, Türkiye.https://www.imd.org/entity-profile/turkiye-digital/

IMD (2025d). IMD World Competitiveness Booklet 2025. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://imd.widen.net/s/wtx5fd2ltn/booklet_wcy_2025

ITU (2023). International Telecommunication Union, Measuring digital development: Facts and figures 2023. ITU Publications.https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/facts-figures-2023/

Kaya, A. (2001). Dünyada ve Türkiye'de risk sermayesi. *SPK Yeterlik Etüdleri, Ankara*.

Norris, P. (2003). Digital divide: Civic engagement, information poverty, and the Internet worldwide.

OECD. (2017). Investing in climate, investing in growth. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/investing-in-climate-investing-in-growth_9789264273528-en.html

OECD (2020). Mobilising Evidence for Good Governance: Taking Stock of Principles and Standards for Policy Design, Implementation and Evaluation, OECD Public Governance Reviews, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/3f6f736b-en.

Powell, W. W., & Snellman, K. (2004). The knowledge economy. *Annu. Rev. Sociol.*, *30*(1), 199-220.

SPK (2025). Tanıtım Rehberi, Girişim Sermayesi (Venture Capital) Nedir?. https://spk.gov.tr/kurumlar/yatirim-ortakliklari/girisim-sermayesi-yatirim-ortakliklari/tanitim-rehberi#:~:text=D%C3%BCnya%20Sava%C5%9F%C4%B1'ndan%20sonra%20ortaya,yat%C4%B1r%C4%B1m%20finansman%C4%B1%20bi%C3%A7imi%20olarak%20tan%C4%B1mlanabilir.

Uysal, Y., Kurban, S., & Çığman, M. Z. (2023). Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve E-Yönetişim. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (78), 211-231.

KÜLTÜRLER ARASI YEMEK PAYLAŞIMI VE RİTÜEL UYGULAMALAR: ETNİK MUTFAK GELENEKLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI İNCELEMESİ (INTERCULTURAL MEAL SHARING AND RITUAL PRACTICES: A COMPARATIVE STUDY OF ETHNIC CULINARY TRADITIONS)

Ayşe Nur Uslu
Arş.Gör.Dr., Karabük Üniversitesi Safranbolu Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü

Özet

Bu çalışma, kültürler arası yemek paylaşımı ve ritüel uygulamalar bağlamında, etnik mutfak geleneklerinin toplumsal ve sembolik işlevlerini karşılaştırmalı bir biçimde incelemeyi amaçlamaktadır. Yemek paylaşımı, bireylerin sofrada bir araya gelerek sosyal bağ kurmalarını, kültürel kimliklerini ifade etmelerini ve toplumsal normların yeniden üretilmesini sağlayan temel bir sosyo-kültürel pratiktir. Literatürde yemek paylaşımı, yalnızca beslenme eylemi olarak değil, aynı zamanda toplumsal etkileşim, ritüel uygulama ve kültürel kimlik üretimi boyutlarıyla ele alınmaktadır. Dünya genelinde yemek paylaşımı uygulamaları, hem evrensel hem de kültüre özgü biçimlerini ortaya koymaktadır. Japonya'da geleneksel yemek paylaşımı, misafirperverlik ve saygı ritüelleriyle birleşerek estetik ve sembolik bir deneyim oluşturur. Bu bağlamda, sofrada bir araya gelme eylemi yalnızca beslenme amacı taşımamakta, aynı zamanda sosyal ilişkilerin düzenlenmesi ve kültürel normların yeniden üretimi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Brezilya'da düzenlenen toplu et şölenleri (churrasco), toplumsal dayanışmayı, cömertliği ve grup içi işbirliğini pekiştiren ritüel etkinlikler olarak öne çıkmaktadır. Afrika'nın bazı bölgelerinde, özellikle Etiyopya'da, geleneksel yemekler ve injera gibi toplu yemek uygulamaları, toplumsal dayanışmayı, nesiller arası kültürel aktarımı ve kolektif kimliğin güçlendirilmesini sağlayan merkezi ritüel uygulamalar olarak işlev görmektedir. Türkiye bağlamında, Anadolu mutfağına özgü yemek paylaşımı gelenekleri kültürel kimliğin ve toplumsal bağların inşasında önemli bir alan olarak görülmektedir. Bayram, düğün ve cenaze gibi toplumsal geçiş ritüellerinde kurulan sofralar, aile içi ve toplumsal ilişkilerin güçlendirilmesini sağlarken, nesiller arası kültürel aktarımı da mümkün kılmaktadır. "Tören sofrası" ve "misafir yemeği" pratikleri, yemek paylaşımının hem ritüel hem de sosyal işlevlerini görünür kılmakta, kültürel değerlerin aktarımı ve toplumsal bütünleşme açısından merkezi bir rol üstlenmektedir. Bu çalışma, farklı coğrafyalardaki yemek paylaşımı ve ritüel uygulamalarını karşılaştırmalı bir perspektifle değerlendirerek, yemek paylaşımının yalnızca beslenme eylemi olmadığını; aynı zamanda toplumsal bağları güçlendiren, kültürel kimlik inşa eden ve ritüel sürekliliğini sağlayan kritik bir uygulama olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Gastronomi, etnik mutfak, kültürel kimlik, yemek ritüelleri

Abstract

This study aims to comparatively examine the social and symbolic functions of ethnic culinary traditions within the context of intercultural meal sharing and ritual practices. Meal sharing constitutes a fundamental socio-cultural practice that enables individuals to gather at the table, establish social bonds, express cultural identity, and reproduce social norms. In the literature, meal sharing is addressed not only as a nutritional act but also in terms of social interaction, ritual performance, and cultural identity formation. Globally, meal sharing practices illustrate both universal and culturally specific dimensions. In Japan, traditional meal sharing is

intertwined with hospitality and social respect rituals, creating an experience that is both aesthetic and symbolic. In this context, gathering around the table serves not only the purpose of nourishment but also plays a critical role in regulating social relationships and reproducing cultural norms. In Brazil, communal meat feasts (churrasco) function as ritual events that reinforce social solidarity, generosity, and intra-group cooperation. In certain regions of Africa, particularly Ethiopia, traditional meals such as *injera* serve as central ritual practices that promote social cohesion, intergenerational cultural transmission, and the reinforcement of collective identity.In the Turkish context, meal sharing traditions in Anatolia are an important arena for constructing cultural identity and social bonds. Tables organized for holidays, weddings, and funerals strengthen both intra-family and societal relations while facilitating intergenerational transmission of cultural knowledge. Practices such as the "ritual table" and "guest meal" make visible the dual social and ritual functions of meal sharing, highlighting its central role in the transmission of cultural values and social cohesion. By comparatively evaluating meal sharing and ritual practices across different geographical contexts, this study demonstrates that meal sharing is not merely a nutritional act but a critical practice that strengthens social bonds, constructs cultural identity, and ensures ritual continuity.

Keywords: Gastronomy, Ethnic culinary, Cultural identity, Meal rituals

1. Giriş

Yemek ve kültür arasındaki ilişki, toplumların yaşamında merkezi bir rol oynamakta ve antropolojik araştırmaların önemli bir konusu olmuştur. Her toplum, değerlerini, inançlarını ve kültürel kimliğini yansıtan kendine özgü mutfak gelenekleri geliştirmiştir (Trisutaguna ve Abdelrahman, 2025: 56). Bu durum, yemeğin yalnızca beslenme amacıyla değil, aynı zamanda toplumsal ritüellerin ve kültürel mirasın bir parçası olarak işlev görmesini sağlamaktadır. Dini törenler, düğünler, cenazeler, kutlamalar, bayramlar ve günlük yaşamda yemeğe dayalı ritüeller, topluluk üyeleri arasında ortak aidiyet duygusunu güçlendirmekte ve kültürel sürekliliğin korunmasına katkıda bulunmaktadır (Taş vd., 2025: 337). Günümüzde ise bu tür geleneksel ritüeller, küreselleşmenin getirdiği tek tipleşme tehdidine karşı kültürel çeşitliliğin sürdürülmesinde önemli bir rol üstlenmektedir (Ay ve Şahin, 2014: 348).

Tören yemekleri, topluluklar arasında geçmiş, şimdi ve gelecek arasında köprü kuran, nesiller arası bağlantıyı sağlayan ve toplumsal aidiyet duygusunu pekiştiren özel bir paylaşım alanı olarak öne çıkmaktadır (Irmak, 2024: 490). Hazırlanan ve tüketilen yiyecekler, toplulukların somut kültürlerinin ve kültürel mirasının bir parçası olarak, düğün, sünnet, dini bayram ve eğlence gibi ritüellerle bütünleşir ve toplumsal iletişim ağlarının oluşmasına katkı sağlar (Önçel ve Boz, 2023: 1044). Ayrıca yiyecek ve içecek ritüelleri, bir toplumun kolektif ritüelleşmiş uygulamalarını, sembolik ve iletişimsel değerlerini gözler önüne serer ve doğum, evlilik ve ölüm gibi geçiş dönemlerinde toplumsal kimliği paylaşmanın sembolik bir yolu olarak işlev görür (Bayraktar ve Akoğul, 2025: 408).

Bu tür tören yemekleri, toplumsal dayanışmayı, birlik ve beraberliği güçlendirmesinin yanı sıra bireylerin birbirleriyle iletişim kurmasına imkân vermekte ve ait olduğu toplumun sosyo-kültürel yapısı, yaşam biçimi ve gelenekleri hakkında bilgi sunmaktadır. Bu nedenle yemek ve ritüellerin bir araya gelmesi, hem bireysel hem de toplumsal boyutta kültürel değerlerin nesilden nesile aktarılmasını sağlayan temel bir mekanizma olarak değerlendirilebilir. Bu çalışma, farklı etnik grupların yemek ritüelleri ve mutfak geleneklerini karşılaştırmalı bir perspektifle ele alarak, kültürlerarası yemek paylaşımının toplumsal ve sembolik işlevlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

2. Yemek Paylaşımının Sosyo-Kültürel ve Ritüel Boyutları

Kültür, yiyeceği yalnızca biyolojik bir gereksinimin karşılığı olmaktan çıkararak ona toplumsal bir değer ve anlam kazandırır. Toplumsal yapıyı bireysel tercihlerden bağımsız olarak şekillendiren kültürel örüntüler, mutfak gelenekleri ve yemek pratikleriyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle mutfak, kültürün hem bir yansıdığı hem de yeniden üretildiği sosyal bir alan olarak önem kazanır. Yeme içme alışkanlıkları yalnızca beslenme ihtiyacını karşılamaz; aynı zamanda toplumların kimliklerini, estetik anlayışlarını ve değer yargılarını görünür kılar. Bir yemeğin taşıdığı anlamın toplumdan topluma değişmesi, yemeklerin sosyal yaşam içerisindeki konumunun kültürel çözümlemelerde neden önemli olduğunu gösterir. Geleneksel yemekler ve ritüellerle bütünleşen mutfak pratikleri bu anlamların en belirgin şekilde somutlaştığı örneklerdir (Şahinler, 2022: 2; Beşirli, 2025: 70–71).

Mutfak gelenekleri kuşaktan kuşağa aktarılarak topluma süreklilik, ortaklık ve aidiyet duygusu kazandırırken, antropolojik yaklaşımlar yemeğin yalnızca fizyolojik bir gereksinim olmaktan çıkıp sosyal ve sembolik bir araç hâline geldiğini göstermektedir. Doğum, evlilik ve ölüm gibi yaşam geçişleriyle dini bayram ve kutlamalarda yemeklerin merkezi bir rol üstlenmesi, yemeğin kültürel değerlerin ve inançların aktarımındaki işlevselliğini ortaya koyar. Bu nedenle yemek, sosyal ilişkilerin kurulması, sürdürülmesi ve güçlendirilmesinde etkili bir iletişim biçimi olarak değerlendirilir (Trisutaguna ve Abdelrahman, 2025: 57). Benzer şekilde, gündelik hayatta aile bireylerini bir araya getiren akşam yemekleri bile düzenli bir ritüele dönüşerek sosyal bağların güçlenmesine katkı sağlamakta ve ortak bir yaşam alanı oluşturmaktadır (Beşirli, 2025: 75).

Yiyeceklerin kültürel açıdan ele alınması, toplumsal yapı ve kimlik üzerine derinlemesine içgörüler sağlar. Yiyecek yalnızca ekonomik bir nesne ya da fiziksel bir gereksinim değil; kültürel, sosyal ve sembolik anlamlarla yüklü bir fenomendir. Bu nedenle mutfak pratikleri, toplumların değer dünyasını, ritüel sistemlerini ve anlam üretim süreçlerini çözümlemek açısından güçlü bir araçtır. Sembolik etkileşimcilik çerçevesi, yemek hazırlama ve tüketim süreçlerinin ritüelleşmiş davranışlar aracılığıyla bireyler arasında ortak anlamlar oluşturduğunu vurgular. Aile yemekleri, dini oruçlar, kutlama şölenleri gibi pratikler bu ortak anlamların ve grup kimliğinin yeniden üretildiği alanlardır. Sosyal yapılandırmacı bakış açısı ise tüm bu ritüel pratiklerin kolektif toplumsal süreçler tarafından şekillendirildiğini ve sürdürüldüğünü açıklar (Gowder, 2024).

Yemek ve ritüel arasındaki ilişki temelde anlam üretimi üzerine kuruludur. Toplumsal yaşam, bireylerin dünyayı anlamlandırma süreçleri etrafında şekillenir; bu süreçte yemek, hem simgesel hem de pratik bir role sahiptir. Yiyeceklerin sosyal statü, etnik kimlik ya da ekonomik güç gibi toplumsal kategorileri yansıtması, onları güçlü kültürel semboller hâline getirir (Beşirli, 2025: 72).

Tören yemekleri, hem bir statü simgesi hem de arkadaşlık, dostluk, paylaşım ve iletişim aracı olarak işlev görmektedir. Hediyeler aracılığıyla toplumsal yardımlaşmayı ve paylaşımı destekleyen bu yemekler, festivaller ve kutlamalarda eğlence aracı olurken, kültürel kimliğin aktarılması ve pekiştirilmesi açısından sofraların birer iletişim kodu taşıdığı görülmektedir; bu nedenle tören yemekleri, dil ve giysi gibi farklı bir iletişim biçimi olarak değerlendirilebilir. Tören, "bir toplulukta üyelerin belli bir olayı, kişiyi veya değeri ayırt edip sembolleştirmek ve bunların anlamını güçlendirmek için düzenlenen hareket dizisi" anlamına gelirken, merasim ise "anma, kutlama, nişan, evlenme, ölüm gibi sebeplerle yapılan toplantı veya seremoni" olarak tanımlanmaktadır (Irmak, 2024: 490; Taş vd., 2025: 488). Ritüel ise tören ve merasim

kavramlarından farklı olarak dinî bir boyut da taşır ve kısaca "bir din veya inanç sistemine ait ibadet, ayin veya merasim sırasında uyulması gereken kurallara bağlı olarak bireysel ya da toplu şekilde gerçekleştirilen eylemler" olarak tanımlanabilir (Taş vd., 2025: 488; Aydın, 2023: 619).

Toplumsal yaşamda ritüeller, bireylerin statü ve rollerinin belirlenmesinde önemli bir rol üstlenir. Doğum, evlilik ve ölüm gibi geçiş ritüelleri, bir kişinin bir statüden diğerine geçişini simgeler ve bu süreçlerde toplumsal yapıda belirli değişimlere yol açar. Ritüeller, bu değişimlerin toplum düzeniyle uyumsuzluk yaratmasını engelleyerek sürecin meşruiyetini sağlar. Ayrıca ritüeller, kutsal zaman ve mekâna geçiş yapmayı mümkün kılarak geçmiş deneyimlerin yeniden yaşanmasına ve hatırlanmasına aracılık eder. Bu süreçler aracılığıyla dini ve kültürel normlar belirlenir, toplumsal düzen korunur ve kolektif kimlik ile aidiyet duygusu güçlendirilir. Kültürel, sembolik ve dini boyutlarıyla ritüeller, toplumsal ilişkileri düzenler, bireylerin sosyalleşmesini destekler ve kültürel değerlerin yeni kuşaklara aktarılmasını sağlar. Bu bağlamda, yemeklerin eşlik ettiği ritüeller için genellikle "ritüel yemek" veya "yemekli ritüel" terimleri kullanılmakla birlikte, bu çalışmada daha kapsayıcı bir anlam ifade ettiği için "tören yemeği" ifadesi tercih edilmiştir (Taş vd., 2025: 489).

Ritüeller, toplumsal yaşamın temel bileşenlerindendir. Belirli bir düzen ve anlam çerçevesinde gerçekleşen bu pratikler, bireylerde aidiyet, güven, birlik ve istikrar duygularını pekiştirir. Kolektif ritüeller sırasında ortaya çıkan "duygusal enerji", topluluk üyeleri arasında güçlü bir bağ oluşturur ve sosyal bütünlüğü destekler. Yemek, ritüellerin çoğunda merkezi bir unsur olarak yer alır; ortak sofralar yalnızca yeme eylemini değil, aynı zamanda topluluğun ortak anlam dünyasını da ifade eder (Beşirli, 2025: 76).

Tören, "bir toplulukta üyelerin belli bir olayı, kişiyi veya değeri ayırt edip sembolleştirmek ve bunların anlamını güçlendirmek için düzenlenen hareket dizisi" olarak tanımlanırken; merasim, "anma, kutlama, nişan, evlenme veya ölüm gibi sebeplerle yapılan toplantı veya seremoni" anlamına gelir. Ritüel ise tören ve merasim anlamlarını kapsamakla birlikte, dinî bir özellik de taşır ve "bir din veya inanç sistemine ait ibadet, ayin veya merasim sırasında uyulması gereken kurallar" olarak ifade edilir. Yaşam döngüsünün farklı aşamalarında gerçekleştirilen bu tür kutlamalar ve törenler, kültürden kültüre farklılık gösterse de kimlik, geçiş ve aidiyet temalarını paylaşır. Törenlerde sunulan yemekler ise kültürel belleğin korunmasında önemli bir rol oynar; geçmişle bağ kurmayı sağlar ve mutfak kültürünün kuşaklar arasında aktarılmasını güçlendirir. Bu sayede yiyecekler, ritüeller aracılığıyla yalnızca bir beslenme aracı olmanın ötesine geçerek yüksek düzeyde simgesel bir anlam kazanır (Üzülmez ve Onur, 2021: 1354; Taş vd., 2025: 488).

3. Kültürlerarası Yemek Paylaşımı: Ritüeller, Toplumsal Dayanışma ve Kolektif Kimlik

Japonya'da Yemek Paylaşımı ve Ritüel Pratikler

Japon kültüründe yemek, yalnızca fizyolojik bir ihtiyaç değil; tanrılarla, atalarla ve toplulukla kurulan ilişkinin temel bir aracı olarak görülür. Ritüel pratiklerde tanrılara sunulan yiyecekler bölgelere göre değişiklik gösterse de pirinç ve tahıllar, deniz ve dağ ürünleri, tatlılar, tuz, su ve özellikle sake temel sunular arasında yer alır. Bu yiyecekler; bereketi güvence altına alma, tanrılara şükran gösterme, koruyucu güçlerini çağırma ve toplumun refahını sürdürme amacı taşır. Böylece yiyecek sunuları, tanrılarla iletişim kurmanın maddi bir biçimi hâline gelir ve ritüellerin merkezinde yer alır (Ruperti, 2021: 72).

Günlük yaşamda ve özel günlerde gerçekleştirilen Japon yemek gelenekleri de ritüel nitelikli davranışlar barındırır. Misafirin en iyi manzarayı görecek konuma, yani kamizaya oturtulması; yer sofrası düzeni; chopsticklerin özel kaplara yerleştirilmesi; misafire gösterilen özenin bir tür

saygı ritüeli olarak yaşatıldığını gösterir. Japonların konukseverliği, yemek sunumu ve masadaki davranış biçimleri, yemek paylaşımını sembolik bir eylem hâline getirerek toplumsal ilişkileri düzenler. Japonya'da çay kültürü de yemek ritüelleriyle yakın bir bağ taşır. Çay seremonisi, dinginlik, tevazu ve zarafet ilkeleri üzerine kurulu olup neredeyse kutsal bir nitelik taşır. Bahçede özel olarak inşa edilen çay evinde gerçekleşen bu ritüelde, misafirler çay ustasının davetiyle içeri alınır ve ortak bir kâseden hazırlanan matcha çayını sırayla tadarlarsa da amaç yalnızca içmek değil, paylaşım ve uyum duygusunu deneyimlemektir. Bu ritüel, topluluk içinde eşitlik ve birlik hissi oluşturur (Dilsiz, 2010: 40-41).

Brezilya'da Churrasco ve Toplumsal Dayanışma

Tüketim ritüelleri, yemeğe yalnızca beslenme işlevi yüklemekle kalmaz, aynı zamanda sosyal ve kültürel anlamlar da katar. Örneğin, mangal hazırlamak; eti seçmekten pişirmeye ve servis etmeye kadar belirli bir düzen ve ritüel gerektirir. Arkadaşlar ve aile arasında düzenlenen barbekü etkinlikleri, partiler ve toplantılar, topluluk içinde aidiyet duygusunu güçlendirir ve sosyal bağları pekiştirir (Zamberlan vd., 2009: 1).

Brezilya bağlamında barbekü, özellikle Gaucho kültüründe, yalnızca bir yemek olarak değil, kimlik ve sosyal değerlerle ilişkili bir sembol olarak görülür. Bu pratik, bölgenin tarihini, geleneklerini ve sosyalleşme biçimlerini yansıtır ve yüzyıllardır süregelen uygulamaları çağdaş yaşamla birleştirir (Cacenot, 2024: 863; Albrecht, 2010). Rio Grande do Sul'da barbekü, Gaucho kimliğinin oluşumunda merkezi bir rol oynar; yiyeceklerin ötesinde, toplumsal bağların güçlendirilmesi ve bölgesel aidiyetin pekiştirilmesinde işlev görür (Maciel, 1996).

Ritüeller, gündelik alışkanlıklardan farklı olarak toplumsal anlam üretir ve belirli zamanlarda veya özel olaylar sırasında uygulanır. Barbekü, teknik olarak bir yemek olsa da sosyal boyutu ön plandadır; aile ve arkadaş gruplarıyla ya da dini festivallerde düzenlenebilir ve yeni dostlukların kurulmasına katkıda bulunur. Arjantin ve Brezilya'da churrasco veya asado, bu ritüel çerçevesinde toplumsal bağları güçlendiren önemli etkinliklerdir. Mangal, bir dini tören kadar sıkı kurallara sahip olmasa da, eti doğru şekilde pişirmek ve servis etmek için belirli bir zaman ve yöntem gerektirir. Tarihsel olarak, 17. yüzyılda Rio Grande do Sul'da başlayan bu gelenek, bölgedeki sığır sürüleri ve gaucho kültürüyle iç içe gelişmiştir; başlangıçta sığır kesimi resmi yetkililerce yapılır veya firari askerler tarafından gizli yürütülürdü ve etler toprağa kazılmış çukurlarda, ateşin külleriyle baharatlanarak pişirilirdi. Zamanla hazırlama tekniklerinde farklılıklar ortaya çıkmış olsa da, barbekü ritüeli et, ateş ve şiş kullanımını korur; katılımcılar için özgü duygular ve anlamlar taşır, toplumsal bağları güçlendirir ve kültürel kimliğin sürekliliğini sağlar. Günümüzde barbekü, Brezilya genelinde ve uluslararası bağlamda uygulanmaya devam etmekte, Rio Grande do Sul halkı ise geleneksel yöntemlerin sürdürülmesine özel önem vermektedir (Zamberlan vd., 2009).

Etiyopya'da Ortak Sofra Kültürü ve Kolektif Kimlik

Etiyopya'da geleneksel yiyecek ve içecek hazırlama uygulamaları, toplumun temel bir unsuru olup kültürel kimliğin önemli bir göstergesidir. Bu uygulamalar, topluluk içinde samimiyet, birliktelik, aidiyet ve dayanışma duygusu oluşturarak, bireylerin değerlerini, normlarını, inançlarını ve kimliklerini somut bir şekilde yansıtır (Tadesse vd., 2020: 9). Özellikle yemek paylaşımı, Etiyopya toplumunda toplumsal ilişkileri güçlendiren ve dayanışmayı pekiştiren önemli bir gelenektir. Etiyopyalılar, çoğunlukla tefften yapılan ve fermantasyon süreciyle elde edilen yassı ekmek injera'yı ortak tabaklarda paylaşarak birlikte yemek yerler. Bu uygulama, aile üyeleri, akranlar ve akrabalar arasında güçlü sosyal bağların kurulmasına olanak tanır.

Düğün ve cenaze gibi önemli törenlerde ve diğer sosyal toplantılarda yabancılarla yemek paylaşımı da yaygındır. Yemek sırasında gerçekleştirilen gursha uygulaması—yani birbirini elle beslemek—sevgi ve dostluğun somut bir ifadesi olarak kabul edilir. İnjera, Afrika Boynuzu'nda (Etiyopya, Eritre, Cibuti ve Somali) yerel mahsullerden el yapımı olarak üretilen yassı bir ekmek çeşididir ve hem fermente edilmiş hem de hafifçe mayalı olarak hazırlanabilir (Ayyıldız ve Özkaya, 2019: 304; Sewenet, 2020: 27).

Etiyopya'da injera, kültürel ve sosyal yaşamın merkezinde yer alan prestijli bir gıdadır. Ülke genelinde evlilik, doğum günü, ölüm törenleri ve ulusal ya da dini bayramlarda yemeklerin büyük kısmı injera üzerinden paylaşılır. Geleneksel olarak, injera ortak tabaklarda tüketilir; bu uygulama kişiler arasındaki yakınlığı, dostluğu ve toplumsal bağı simgeler. Yemekler genellikle "wot" ile birlikte sunulur; wot, sebze, et ve çeşitli baharatlardan oluşan geleneksel bir yemektir. Etiyopya Ortodoks Hristiyanları, Paskalya ve Noel gibi dönemlerde oruç tutar ve bu süreçte vegan bir diyet uygular; injera, mercimekli "shiro", haşlanmış sebzeler ve makarna ile birlikte tüketilir ve genellikle "mesob" adı verilen sepetlerde servis edilir. Ayrıca injera, Etiyopyalı göçmenler aracılığıyla Batı ülkelerinde de yaygınlaşmış ve restoranlarda bulunabilir hâle gelmiştir. Bazı topluluklarda, injera ile ilgili ritüeller ve inançlar da vardır; örneğin, bir kişinin rüyasında injera yemesi iyi bir gelecek işareti olarak kabul edilir. Bu bağlamda injera, yalnızca bir besin değil, toplumsal ilişkileri, ritüelleri ve kültürel kimliği pekiştiren bir simge olarak öne çıkar (Neela ve Fanta, 2020: 2).

Etiyopya kültüründe kibarlık, çoğu zaman bireylerin istemedikleri şeyleri yapmasını gerektirir. Toplum, başkalarına saygı göstermek ve onları memnun etmek amacıyla, kendi arzularını bir kenara bırakmayı olumlu bir davranış olarak değerlendirir. Örneğin, misafirler tok olsalar bile gursha uygulaması kapsamında ağız dolusu injera ile elle beslenmeyi kabul etmek zorundadır. Elle besleme genellikle üç büyük hareketten oluşur ve bu ritüel sırasında herhangi bir mazeret geçerli sayılmaz. Bu uygulama, misafirlerin ve ev sahiplerinin karşılıklı olarak mutluluğu sağlama ve sosyal bağlılığı güçlendirme anlayışının bir ifadesidir. Geleneksel olarak, insanlar başkalarının hazırladıkları yemeği yemesini ve çocuklarını öpmesini görmekten memnuniyet duyar; bu nedenle, ev sahiplerinin misafirleri istemedikleri şeyleri yapmaya teşvik etmesi, Etiyopya kültüründe nezaket ve saygının bir göstergesi olarak kabul edilir (Hassen, 2016: 7).

Etiyopya'da gursha geleneği, yani yemek yoluyla bir araya gelme ve paylaşma ritüeli, hem sevgi hem de güveni simgeleyen önemli bir uygulamadır. Kültürlerin çoğunda yemek, dostluk ve misafirperverliğin sergilendiği bir araç olarak öne çıkarken, Etiyopya'nın gursha geleneği bunu daha derin bir boyuta taşır. Bu ritüelde yemek, insanların masanın etrafında toplanmasını sağlayarak akrabalık bağlarını ve birbirine verilen önemi somut biçimde gösterir (Ayyıldız ve Özkaya, 2019: 308).

Etiyopya'da yemek ve içecek gelenekleri, toplumsal dayanışma ve kutlamaların önemli bir parçasıdır. Misafirler, "Talla" ve "Arake" gibi geleneksel içeceklerle birlikte mezunlara injera getirerek ev sahibinin mezuniyetini kutlar. Benzer şekilde, Etiyopya kahve seremonisi de hem günlük yaşamda hem de farklı bayramlarda gerçekleştirilir; bu seremonide misafirlere kahve ile birlikte injera ikram edilir. Özellikle kırsal kesimlerde, hasat ve hasat sonrası işleme gibi tarımsal faaliyetler komşular veya küçük topluluklar arasında paylaşılır; bu tür etkinliklerde, hizmet eden kişi, teşekkür ve sevgi göstergesi olarak injera ve geleneksel içecekler sunar ve bu hizmetler için herhangi bir ücret talep edilmez. Etiyopya kültüründe injera'nın önemi, 10 birlik banknot üzerinde mesob (injera konulan sepet) görseliyle de simgelenir; bu, injeranın ulusal bir yiyecek olarak taşıdığı değeri açıkça gösterir. Ayrıca, Oromo düğünlerinde geleneksel olarak sunulan uzun ömürlü "Chuko" yemeği, gelinin ailesi tarafından damadın erkeklerine hizmet

etmek için hazırlanır. Ancak günümüzde alternatif gıda seçeneklerinin yaygınlaşması nedeniyle Chuko'nun hazırlanma sıklığı azalmış ve bu gelenek unutulmaya yüz tutmuştur (Ayyıldız ve Özkaya, 2019: 308; Neela ve Fanta, 2020: 4).

Türkiye'de Anadolu Sofra Gelenekleri ve Ritüel Uygulamalar

Ritüeller genel olarak bir toplumun kolektif geçiş süreçlerini, inanç sistemini ve aile yapısını yansıtan temel göstergeler olarak kabul edilmektedir. Anadolu halk kültüründe doğum, evlilik ve ölüm yalnızca bireysel deneyimler olmaktan öte, inançlar, gelenekler ve toplumsal rollerle bütünleşen kültürel performans alanlarıdır; kına gecesi, gelin alma, lohusa ziyaretleri, mevlit okutma ve cenaze yemekleri gibi uygulamalar hem duygusal birliktelik yaratmakta hem de kuşaklar arası değerlerin aktarılmasına aracılık etmektedir. Benzer şekilde, Türk toplumu düğün, cenaze, bayram, Ramazan ve kandil gibi özel günlerde bir araya gelmekte ve bu tür etkinlikler, yardımlaşma ile toplumsal dayanışmayı içeren belirli ritüeller çerçevesinde gerçekleştirilmektedir (Sarıoğlan vd., 2024: 1369; Sarıtunç, 2025: 260).

Tarihsel süreç incelendiğinde, yemeğin yalnızca fizyolojik bir gereklilik olmadığı; aynı zamanda toplumsal davranışları şekillendiren önemli bir kültürel pratik olduğu görülmektedir. Sözlü ve yazılı kaynaklar aracılığıyla aktarılan yemek kültürü, Türk toplumunun geçmişten günümüze uzanan profilini ortaya koyarken, toy, tören, eğlence ve diğer şenliklerde sergilenen toplumsal davranış ve alışkanlıkları anlamaya olanak tanır. Bu bağlamda yemek, toplumsal bütünleşmeyi pekiştiren ve kolektif düşünceyi güçlendiren bir işlev üstlenmektedir. Ayrıca mutfakta kullanılan ürünler ve bunların coğrafi dağılımına bağlı farklılıklar; sofrada oturma düzeni ve yemek sunum biçimleri; köy ve şehir arasındaki beslenme alışkanlıklarındaki farklılıklar; yemek yeme adabı, yapılan dualar ve dilekler; yiyeceklerin sağlıkla ilişkisi; mevsimsel değişikliklere göre tercih edilen yiyecekler ve kullanılan kap kacak gibi somut ve soyut unsurlar, Türk yemek kültürünün özgün özelliklerini ortaya koymaktadır. Bu olgular, yemek sosyolojisi açısından Türk kültürünü inceleyen araştırmaların temelini oluşturmakta ve yemeğin yalnızca bireysel bir etkinlik değil, toplumsal yapıyı yansıtan ve şekillendiren bir uygulama olduğunu göstermektedir (Sağır, 2012: 2681).

Türk kültüründe yemekler, tarih boyunca kültürel törenler ve dini ritüellerin ayrılmaz bir parçası olmuştur; bu durum, yemek ve ritüel arasındaki ilişkinin oluşmasını sağlamış ve tören yemeklerine özel bir değer kazandırmıştır. Günümüzde bu ilişki, özel günler ve kutlamalar, aile bireylerinin bir araya geldiği zamanlar, yakın arkadaşlarla yapılan sohbetler, eğlenceler ve festivaller gibi sosyokültürel yaşamın çeşitli alanlarında da kendini göstermektedir. Türkler, köklü bir kültürel geçmişe dayanarak doğum, sünnet, düğün, ölüm, hacı ve asker uğurlama-karşılama, cem törenleri ile dini ve toplumsal bayramlar gibi özel günlerde törenler düzenlemiş ve bu törenlerin temel unsurunun genellikle topluca paylaşılan ritüel yemekler olduğu bilinmektedir (Irmak, 2024: 489).

Anadolu'nun kültürel çeşitliliği içinde, farklı din ve etnik grupların mutfak gelenekleri (örneğin Haririt Edar) günümüze kadar korunmaya devam etmiştir. Bununla birlikte, diğer medeniyetlerle kıyaslandığında, Türk-İslam geleneklerine dayalı törensel uygulamaların ağırlıklı olarak sürdüğü görülmektedir. Tüm etnik grupların sahip olduğu törensel mutfak uygulamaları, maddi ve manevi duyguların semboller aracılığıyla, bireysel olarak veya bir törenin tamamlayıcısı şeklinde ifade edilmesiyle kendini gösterir. Toplumsal yapı, doğum, cenaze ve çeşitli tören geleneklerinde sembolik yiyecekler aracılığıyla şekillenmiş ve topluluklar kendi kültürel bağlamlarında bir iletişim dili geliştirmiştir. Sembolik etkileşimcilik perspektifine göre, insanlar günlük yaşamlarındaki nesnelere anlam yükler ve bu anlamlar

etrafında sosyal etkileşimler kurarlar (Bayraktar ve Akoğul, 2025: 425). Osmanlı döneminde ise gerek özel günlerde gerekse günlük yaşamda toplu yemekler, kışlalar, tekkeler, dergâhlar, loncalar, medreseler, kervansaraylar ve saraylar gibi mekânlarda yenmekteydi. Doğumlar, sünnet şölenleri, düğünler, bayramlar, kutlamalar, uğurlamalar ve cenazeler, her zaman o ana özgü yemeklerle bütünleşmiş; bu yemeklerde bireylerin oturma düzeni ve ikram edilen yiyecekler bile sembolik bir anlam taşımaktaydı (Irmak, 2024: 489).

4. Sonuç ve Öneriler

İnsanoğlunun temel ihtiyaçlarından biri olan beslenme, tarih boyunca yalnızca hayatta kalmayı sağlamamış, aynı zamanda kültürel kimlik ve toplumsal bağların oluşmasına aracılık etmiştir. Coğrafya, iklim ve elde edilebilen besinler gibi çeşitli etkenler, insanların yemek temin etme, pişirme ve saklama yöntemlerini şekillendirmiş, bunun sonucu olarak zengin bir mutfak ve beslenme kültürü ortaya çıkmıştır. Ancak yemek, sadece bireysel doyum amacıyla tüketilen bir ürün olmayıp, belirli zamanlarda ve özel durumlarda toplulukla bir araya gelinerek hazırlanan ve paylaşılan bir ritüel unsuru hâline gelmiştir; bu durum folklor ve geleneklerin sürekliliğini hatırlatan önemli bir göstergedir (Aydın, 2023: 619).

Yemek ritüelleri, toplumsal düzeyde sosyal bağları güçlendirme, grup kültürünü oluşturma ve aktarma gibi işlevlere sahiptir; hatta bu ritüeller halk sağlığı ve toplumsal düzen açısından da etkili olabilir. Literatür, tören yemeklerinin sembolik bir sosyal dil taşıdığını ve sosyal-kültürel çerçevede çeşitli işlevler üstlendiğini göstermektedir (Bayraktar ve Akoğul, 2025: 425). Ritüeller, topluluk içinde bir araya gelmeyi zorunlu kılarak bireyler arasında dayanışma, yardımlaşma ve ortak eylemler gerçekleştirme fırsatı sunar. Bu süreç, bireylerin birbirleriyle iletişim kurmasını, paylaşımda bulunmasını ve sosyalleşmesini kolaylaştırır. Özel günlerde gerçekleştirilen ritüel ve etkinlikler, toplumsal aidiyet duygusunu güçlendirdiği gibi, insanlar arasında kültürel bağların korunmasına ve kültürel değerlerin nesilden nesile aktarılmasına da katkıda bulunur (Sarıoğlan vd., 2024: 1370; Dağı ve Minez, 2022:671).

Bu perspektiften bakıldığında, kültürlerarası yemek paylaşımı ve ritüel uygulamalar, farklı etnik grupların mutfak geleneklerinin korunmasını ve toplumsal iletişimin pekişmesini sağlayan temel bir araç olarak öne çıkmaktadır. Tören yemekleri, yalnızca beslenmeyi değil, aynı zamanda kültürel kimliğin aktarımını, sosyal bağların güçlenmesini ve toplumsal bütünleşmeyi mümkün kılmaktadır.

Çalışma kapsamında geliştirilen öneriler şu şekildedir: Farklı etnik grupların yemek ritüelleri ve mutfak geleneklerinin incelenmesi ve paylaşılması, kültürel farkındalığın artmasına ve toplumlar arası etkileşimin güçlenmesine katkı sağlar. Eğitim programları ve kültürel etkinlikler aracılığıyla yemek ritüelleri hakkında farkındalık yaratmak, genç kuşakların kültürel değerleri benimsemesini destekler. Tören yemekleri ve ritüel uygulamaların belgelenmesi ve korunması, kültürel mirasın gelecek kuşaklara aktarılmasını güvence altına alır. Ayrıca farklı toplumlarda yemek ritüellerinin sosyo-kültürel işlevlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi, kültürlerarası etkileşimin ve toplumsal bağların anlaşılmasına önemli katkılar sağlayabilir.

KAYNAKÇA

Albrecht, C. F. Além da carne assada sobre brasas: os elementos da experiência de consumo do churrasco. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

Ay, Ş., Şahin, K. (2014). Eski Yakındoğu'da Yemek Simgeselliği Üzerine Bir Değerlendirme. *Uluslararası Tarih ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (12). 331-358.

Aydın, N. (2023). Kültürel Belleğin Ortaklığı Bağlamında Altay Türk Topluluklarının Tören Yemeklerinin Anadolu Kültürüne Yansıması. *Korkut Ata Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, 13, 617-627. https://doi.org/10.51531/korkutataturkiyat.1394748.

Ayyıldız, S., Özkaya, F. D. (2024). Doğu Afrika ülkeleri mutfak kültürü. *The Journal of Academic Social Science*, (96), 299-316. doi: http://dx.doi.org/10.29228/ASOS.36671.

Beşirli, H. (2025). Yemek, Kültür ve Toplum. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 13(45), 69-84. https://doi.org/10.33692/avrasyad.1689350.

Bayraktar, Z. A., Akoğul, E. (2025). The Contexts of Gastronomic Traditions: An Examination of Ceremonial Foods and Their Role in Anatolian Cuisine Culture. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 20(79), 407-428. https://doi.org/10.19168/jyasar.1649657.

Cacenot, P. (2024). Entre brasas e laços: o churrasco gaúcho como símbolo de hospitalidade e coesão social. *Revista Hospitalidade*, *21*, 862-878. doi: https://doi.org/10.29147/revhosp.v21.1195.

Gowder, S. J. (2024). Social Aspects of Food and Nutrition: An Overview. *Journal of Ecohumanism*, 3(7), 2953-2961. https://doi.org/10.62754/joe.v3i7.4431.

Dağı, F., Minez, O. (2022). Türklerde ölüm ve yemek ritüelleri. *Journal of Humanities and Tourism Research*, 12(3), 669-677. doi: 10.14230/johut1180.

Dilsiz, B. (2010). Türkiye'de Gastronomi ve Turizm: İstanbul Örneği. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Hassen, R. (2016). Culture-Specific Semiotic Politeness Norms in the Multicultural Society of Ethiopia, *Arts and Social Sciences Journal,* 7 (1),1-9. doi: 10.4172/2151-6200.1000168.

Irmak, Y. (2024). Türk Kültüründe Tören Yemeklerine İşlevsel Bir Yaklaşım. *Motif Akademi Halkbilimi Dergisi*, 17(46), 486-515. https://doi.org/10.12981/mahder.1468557.

Maciel, ME Churrasco à gaúcha. Horizontes Antropológicos, cilt 2, n. 4, s. 44-48, 1996.

Neela, S., Fanta, S. W. (2020). Injera (an ethnic, traditional staple food of Ethiopia): a review on traditional practice to scientific developments. *Journal of Ethnic Foods*, 7(1), 1-15. https://doi.org/10.1186/s42779-020-00069-x.

Önçel, S., Boz, H. C. (2023). Türk Mutfağında Yemek Kültürü ve Yemek Ritüelleri Üzerine Bir Araştırma: İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Web Siteleri Örneği. *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 11(2), 1043-1059. doi: https://doi.org/10.21325/jotags.2023.1232.

Ruperti, B. (2021). Food Culture and Traditional Performing Arts in Japan. *CA'FOSCARI JAPANESE STUDIES*, 73-91. http://doi.org/10.30687/978-88-6969-559-9/010 content_copy.

Sağır, A. (2012). Bir Yemek Sosyolojisi Denemesi Örneği Olarak Tokat Mutfağı. *Electronic Turkish Studies*, 7(4).2675-2695. doi: http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.3834.

Sarıoğlan, M., Sezen, T. S. (2024). Özel Gün Yemeklerinin Somut Olmayan Kültürel Miras Kapsamında Değerlendirilmesi. *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, *12*(2), 1369-1381. doi: 10.21325/jotags.2024.1440.

Sarıtunç, B. (2025). Dijital Çağda Yemek Ritüelleri: Aile ve Kültürel Mirasın Folklorik Dönüşümü. *Akademi Sosyal Bilimler Dergisi*, *12*(36), 256-270. https://doi.org/10.65083/asbider.1746648.

Sewenet, A.M. (2020). *Challenges of Ethiopian Food Security: The Case of Food Taboos and Preferences*, (Erasmus Mundus Joint Master Degree – International MSc Thesis). Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Belgium.

Şahinler, D. (2022). Türk Kültüründe Ritüelistik Bir Yemek Olarak Bauırsaq, Pişi, Pesmet, Lokma, Kıygaşa. Uluslararası Uygur Araştırmaları Dergisi, 20, 1-18. https://doi.org/10.46400/uygur.1183731.

Tadesse, N. S., Beyene, G. F., Hordofa, T. B., & Hailu, A. A. (2020). Traditional foods and beverages in Eastern Tigray of Ethiopia. Journal of Ethnic Foods, 7(1), 1-12. https://doi.org/10.1186/s42779-020-00050-8.

Taş, M. A., Türkoğlu, T., Yayla, İ. and Pamukçu, H. (2025). Şamanizm Yemek Ritüellerinin Günümüze Yansımaları, *Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(5), 335-351. doi:10.26677/TR1010.2025.1540.

Trisutaguna, I. N., Abdelrahman, L., & Ramli, R. (2025). Food and Culture: An Anthropological Study of Culinary Traditions. *Journal of Humanities Research Sustainability*, *2*(2), 56-66. https://doi.org/10.70177/jhrs.v2i2.1940.

Üzülmez, M. ve Onur, M. (2021). Osmaniye Mutfak Kültüründe Yer Alan Yemek Ritüelleri Üzerine Bir Araştırma, Türk Turizm Araştırmaları Dergisi, 5(2): 1349-1368. https://doi.org/10.26677/TR1010.2021.770.

Zamberlan, L., Froemming, L. M. S., Zamin, M., Sparemberger, A., Büttenbender, P. L., & Scarton, L. M. (2009). Do churrasco à Parrilla: um estudo sobre a influência da cultura nos rituais alimentares de brasileiros e argentinos. In Anais do XXXIII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD).

MODERN SAĞLIKLI BESLENME TRENDLERİNİN TOPLUMSAL VE KÜLTÜREL YANSIMALARI: SİSTEMATİK BİR DERLEME

SOCIAL AND CULTURAL IMPLICATIONS OF MODERN HEALTHY EATING TRENDS: A SYSTEMATIC REVIEW

Ayşe Nur Uslu

Arş.Gör.Dr., Karabük Üniversitesi Safranbolu Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü

Özet

Son yıllarda sağlıklı beslenme akımlarının, bireylerin yiyecek seçimlerini etkilemenin ötesine geçerek toplumsal kimliklerin, sosyal statü göstergelerinin ve kültürel normların şekillenmesinde belirleyici bir unsur hâline geldiği görülmektedir. Bu çalışma, sağlıklı beslenme eğilimlerini sosyolojik bir perspektiften ele almak amacıyla ulusal ve uluslararası literatürü sistematik biçimde incelemektedir. İncelenen çalışmalar; organik ürün tüketimi, fit yaşam anlayışı, clean eating yaklaşımı, keto beslenme biçimleri ve aralıklı oruç gibi popüler trendlerin sosyal sınıflar arasındaki farklılıklarla, kimlik oluşum süreçleriyle ve dijital kültür aracılığıyla yayılma dinamikleriyle bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, sağlıklı beslenmenin yalnızca bireysel bir tercih ya da yaşam tarzı uygulaması olmadığını; medya, toplumsal beklentiler ve statü temelli kodlar tarafından şekillenen kültürel bir pratik niteliği taşıdığını göstermektedir. Özellikle genç kuşakları ve sosyal medya kullanıcılarını konu alan araştırmalar, dijital platformların yiyecek trendlerinin hızla yayılmasındaki kritik rolüne işaret etmektedir. Bu derleme, sağlıklı beslenme akımlarının sosyolojik yönlerine ilişkin kavramsal bir çerçeve sunmakta ve gelecekte yapılacak çalışmalar için önemli çıkarımlar sağlamaktadır. Sonuç olarak, modern beslenme eğilimleri yalnızca bireysel tercihlerin ürünü değil, sosyal, kültürel ve ekonomik dinamiklerin etkisiyle sürekli değişen bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır. Mevcut literatür, sağlıklı beslenme pratiklerinin sosyal kimlik oluşturma süreçleri ve kültürel normlarla sıkı bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, dijitalleşmenin etkisiyle yemek kültürünün anlamı, sunumu ve yayılma biçimleri önemli ölçüde dönüşmekte, beslenme alışkanlıkları yeni toplumsal bağlamlar içinde yeniden şekillenmektedir.

Anahtar kelimeler: Sağlıklı beslenme, Gastronomi, Sağlıklı beslenme trendleri, Sosyolojik yaklaşım.

Abstract

In recent years, healthy eating trends have moved beyond merely influencing individuals' food choices and have become a determining factor in shaping social identities, indicators of social status, and cultural norms. This study systematically reviews national and international literature to examine healthy eating tendencies from a sociological perspective. The reviewed studies reveal that popular trends such as organic food consumption, the fit lifestyle, clean eating approaches, ketogenic diets, and intermittent fasting are closely associated with social class distinctions, identity formation processes, and the dynamics of dissemination through digital culture. The findings indicate that healthy eating is not merely an individual preference or lifestyle choice but rather a cultural practice shaped by media influences, societal expectations, and status-based codes. Research focusing on younger generations and social

media users highlights the critical role digital platforms play in the rapid spread of food trends. This review offers a conceptual framework for understanding the sociological dimensions of healthy eating trends and provides important insights for future research. In conclusion, modern dietary trends are not solely the product of individual preferences but constitute an ever-evolving structure shaped by social, cultural, and economic dynamics. The existing literature demonstrates that healthy eating practices are closely linked to social identity formation processes and cultural norms. Moreover, the impact of digitalization has significantly transformed the meaning, presentation, and dissemination of food culture, leading to the reshaping of eating habits within new social contexts.

Keywords: Healthy eating, Gastronomy, Healthy eating trends, Sociological approach

1. Giriş

Beslenme, insan yaşamının sürdürülmesinde temel bir gereksinim olmasının ötesinde, bireylerin uzun vadeli sağlık durumunu şekillendiren önemli bir belirleyici olarak değerlendirilmektedir (Gligorić vd., 2021: 184). Tarih boyunca sağlık ile beslenme arasındaki ilişki bilimsel çalışmaların önemli bir konusu olmuş; sağlıklı beslenmenin, organizmanın gereksinim duyduğu enerji ve besin ögelerini yeterli miktarda ve dengeli biçimde almasıyla sağlanabileceği ortaya konmuştur. Bu bağlamda sağlıklı beslenme, yalnızca hastalıkların engellenmesine ya da fizyolojik ihtiyaçların karşılanmasına indirgenmeyip, bireylerin yaşam kalitesini yükselten, genel iyilik hâlini destekleyen ve yaşam süresince sağlık durumunun korunmasına katkıda bulunan bütüncül bir kavram olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle, sağlıklı beslenme davranışlarının erken yaşlardan itibaren kazandırılması, toplumsal beslenme bilincinin güçlendirilmesi ve yaşam boyu eğitim süreçlerinin sürdürülebilir şekilde yürütülmesi, toplum sağlığının geliştirilmesi açısından zorunlu bir gereklilik hâline gelmiştir (Atilla, 2025: 5).

Bu genel çerçeve, günümüz toplumlarında sağlıklı beslenmeye yönelik artan ilginin ardındaki dinamikleri daha görünür kılmaktadır. Nitekim eğitim düzeyindeki yükseliş, bilgiye erişimdeki kolaylık ve özellikle sosyal medya platformlarının etkisiyle bireyler, tükettikleri gıdaların içeriklerini, besin değerlerini ve sağlıkla ilişkilendirilen faydalarını daha bilinçli bir şekilde araştırmaya yönelmektedir. Yiyecek ve içeceklerin hazırlanış sürecinden sunum biçimine, görünümünden üretim yöntemlerine kadar uzanan çok katmanlı bir değerlendirme pratiği ortaya çıkmıştır (Şen ve Dal, 2025: 782). Böylece beslenme, yalnızca biyolojik bir gereksinimi karşılayan bir eylem olmaktan çıkarak kültürel, ekonomik ve sosyal anlamlar taşıyan bir tüketim pratiğine dönüşmüş; bireylerin kimlik sunumlarının, yaşam tarzı tercihlerinin ve toplumsal aidiyetlerinin görünür hâle geldiği sembolik bir alan hâline gelmiştir.

Bu dönüşümler ışığında, modern sağlıklı beslenme trendlerinin toplumsal ve kültürel boyutlarını inceleme gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Aralıklı oruç, ketojenik diyet, temiz beslenme ve organik gıda tüketimi gibi günümüzde giderek yaygınlaşan beslenme yaklaşımlarının; bireylerin kimlik oluşturma süreçlerini nasıl etkilediği, sosyal çevreyle kurdukları ilişkileri nasıl dönüştürdüğü ve tüketim davranışlarına nasıl yön verdiği bu çalışmanın temel odak noktasını oluşturmaktadır. Ayrıca bu trendlerin dijital kültürle etkileşimi, ekonomik yönelimlerin şekillenmesindeki rolleri ve bireylerde oluşturabileceği psikolojik riskler değerlendirilerek, modern beslenme pratiklerinin çok boyutlu toplumsal dinamikleri kapsamlı bir çerçeve içinde ele alınmaktadır. Tüm bu yönleriyle modern sağlıklı beslenme trendleri, günümüz toplumunda yalnızca sağlık odaklı bireysel tercihler olarak

kalmayıp, kültürel anlamların üretildiği, sosyal statünün ifade edildiği ve kimlik performanslarının sergilendiği sembolik bir alan olarak önem kazanmaktadır. Bu doğrultuda çalışma, sağlıklı beslenmenin sağlık, kültür, kimlik, ekonomi ve dijital medya boyutlarını bütüncül bir perspektifle inceleyerek, modern beslenme pratiklerinin toplumsal yapı üzerindeki etkilerini daha geniş bir bağlamda değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

2. Sağlıklı Beslenme

Beslenme, tüm canlıların yaşamını sürdürebilmesi için temel bir ihtiyaçtır. Türkiye Halk Sağlığı Kurumu'na göre, sağlığın korunması, mevcut sağlık durumunun iyileştirilmesi ve kaliteli bir yaşamın devam ettirilmesi, vücudun gereksinim duyduğu besin ve sıvıların (örneğin su) uygun zamanlarda ve yeterli miktarda alınmasını gerektiren önemli bir alışkanlıktır. Ayrıca beslenme, büyüme ve gelişmenin desteklenmesi ile sağlıklı bir yaşamın sürdürülmesi amacıyla besinlerin vücut tarafından kullanılması olarak da tanımlanmaktadır (Özdemir ve Baltacı, 2025:1; Çekal, 2025:28).

Sağlık olgusunun temel unsurlarından biri, bedenin gerekli enerji ve besin öğelerine ulaşmasını sağlayan beslenme sürecidir. Bu sürecin yeterli ve dengeli biçimde yürütülmesi, sağlıklı beslenme olarak tanımlanmaktadır. Organizmanın büyüme, yenilenme ve düzenli işleyişini sürdürebilmesi ile kronik hastalıklardan korunabilmesi açısından beslenmenin anne karnındaki dönemden başlayarak yaşamın tüm evrelerinde devam etmesi gerekmektedir. Bu durum, doğru beslenme alışkanlıklarının erken yaşlarda kazanılmasıyla mümkün hâle gelir. Yeterli ve dengeli beslenme; vücudun ihtiyaç duyduğu besin öğelerini uygun miktarda alma ve bu öğelerin metabolizma tarafından etkili biçimde kullanılmasını sağlama sürecine işaret etmektedir (Nebioğlu ve Yıldız, 2025: 33).

Beslenme bilimi; besinlerin üretilmesinden sofraya ulaşmasına, tüketildikten sonra vücutta nasıl kullanıldığına kadar uzanan tüm süreçleri kapsamaktadır. Bir toplumun sağlıklı kabul edilebilmesi, o toplumdaki bireylerin sağlığını koruyabilmesine bağlıdır. Bu sağlığın sürdürülebilmesi ise ancak yeterli ve dengeli bir beslenme düzeninin benimsenmesiyle mümkündür. Başka bir ifadeyle, bireylerin sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeleri için doğru beslenme alışkanlıklarını yaşam tarzlarının ayrılmaz bir parçası hâline getirmeleri gerekmektedir. Uygun bir beslenme düzeni, bireylerin genel yaşam kalitesini belirgin biçimde iyileştirmekte ve sağlıklı yaşamın temel dayanaklarından birini oluşturmaktadır (Çekal, 2025: 28). Sağlıklı beslenme; vücudun gereksinim duyduğu besin ögelerinin yeterli çeşitlilikte, düzenli aralıklarla ve uygun miktarlarda alınmasını sağlayan; fiziksel, zihinsel ve duygusal gelişimi destekleyen kapsamlı bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Bu yönüyle sağlıklı beslenme, bireylerin yaşam kalitesini doğrudan etkileyen ve hem kısa hem de uzun vadeli sağlık durumlarını şekillendiren temel bir unsur niteliğindedir (Aydilek vd., 2025: 583; Erdaş vd., 2025: 23).

Beslenme, yalnızca açlık hissini gidermeye yönelik bir davranış olarak değerlendirilemez; çünkü herhangi bir gıdanın tüketilmesi kısa süreli bir tokluk sağlasa da organizmanın gerçek gereksinimlerini karşılamaya yetmemektedir. Temel anlamıyla beslenme, bireyin büyüme ve gelişmesini sürdürebilmesi, sağlıklı ve üretken bir yaşam sürebilmesi için gerekli besin öğelerinin yeterli miktarda alınması ve bu öğelerin vücut tarafından etkin biçimde kullanılmasını sağlayan bir süreçtir. Sağlıklı beslenme ise yeterlilik ve denge ilkelerine dayanan bir yaklaşım olup, hücrelerin düzenli çalışabilmesi için makro ve mikro besin ögelerinin — yağlar, karbonhidratlar, proteinler, vitaminler ve mineraller— uygun oranlarda alınmasını zorunlu kılar. Bu nedenle, günlük beslenme düzeninin çeşitlilik içermesi ve enerji ile besin ögesi gereksinimlerini karşılayacak şekilde planlanması, insan sağlığının sürdürülebilmesi açısından kritik bir önem taşımaktadır. Ayrıca sağlıklı beslenme, işlenmemiş, taze veya ev

ortamında hazırlanmış yiyeceklerin tercih edilmesini de kapsayan bütüncül bir beslenme anlayışı olarak tanımlanmaktadır (Ender vd., 2021: 183).

3. Modern Sağlıklı Beslenme Trendleri

Aralıklı oruç

Oruç tutmak yeni bir uygulama olmasa da, tarih boyunca farklı topluluklarda kültürel ve dini nedenlerle uygulanmıştır. Ancak son yıllarda aralıklı oruç (IF) diyeti, bilimsel olarak incelenmiş bir beslenme düzeni olarak dünya çapında milyonlarca insan tarafından benimsenmiştir. Oruç, geçmişte sadece manevi veya kültürel bir uygulama olmakla kalmayıp, bazen hastalıkların tedavisinde de kullanılmıştır. Modern tıbbın öncülerinden kabul edilen Hipokrat, hastalık döneminde yemek yemenin, hastalığı beslemek anlamına geldiğini ifade etmiştir. Antik Yunan'da orucun bilişsel yetenekleri geliştirdiğine inanılırken, Plutarch ilaç yerine orucun tercih edilmesini daha faydalı görmüştür. Toksikolojinin kurucularından ve modern Batı tıbbının önde gelen isimlerinden Philip Paracelsus, orucu "en büyük çare" olarak nitelendirmiştir. Benzer şekilde, Amerika'nın kurucu babalarından Benjamin Franklin, dinlenme ve orucun tüm ilaçlardan daha etkili olduğunu savunmuştur. Günümüzde oruç, manevi amaçlarla yaygın bir şekilde uygulanmaya devam etmekte ve neredeyse tüm büyük dinlerde önemli bir uygulama olarak yerini korumaktadır (Vasim vd., 2022:2; Sandri vd., 2024:2).

Aralıklı oruç, vücut ağırlığı kaybı sağlamanın dışında çeşitli hastalıkları önlemekte veya çeşitli hastalıkların tedavisinde terapötik amaçlı kullanılabilmektedir (Köktürk ve Yardımcı, 2021: 950). IF'nin faydaları arasında, yemek yeme süresini sınırlandırarak kilo kaybı ve böylece yiyecek tüketme fırsatının azaltılması yer alır; bu da kalori alımının kontrol edilmesine yardımcı olabilir. Ayrıca insülin duyarlılığını ve kan şekeri düzenlemesini iyileştirdiği bilinmektedir. Oruç ve yemek dönemleri arasında geçiş yapılarak kan insülin seviyeleri düşürülebilir ve bu da insülin direnci ve tip 2 diyabetin önlenmesine yardımcı olabilir. Dahası, çalışmalar, kan basıncı, kolesterol seviyeleri ve inflamasyon belirteçleri gibi kardiyovasküler risk faktörlerini düşürerek kardiyovasküler sağlığı desteklediğini göstermiştir. IF uygulamasının ayrıca nöronal plastisiteyi iyileştirme, oksidatif strese karşı koruma ve bazı nörodejeneratif hastalık riskini azaltma dahil olmak üzere beyin fonksiyonu üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir. Bazı hayvan araştırmaları, aralıklı orucun artan ömür ve yaşa bağlı hastalık riskinin azalmasıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir (Sandri vd., 2024:2).

Aralıklı Oruç, kilo kaybı, gelişmiş zihinsel berraklık, artan enerji, daha iyi sindirim ve gelişmiş insülin duyarlılığı gibi çok sayıda potansiyel sağlık faydasından bahseder. Ayrıca, Aralıklı Oruç kardiyovasküler sağlığı iyileştirmeye ve vücuttaki iltihabı azaltmaya yardımcı olabilir. Aralıklı Oruç'un gerçek sürecine gelince, kişinin kalori alımının hala sağlıklı ve besleyici olduğundan emin olmak önemlidir. Ayrıca gerektiğinde mola vermek de önemlidir (Nahar, 2024: 2). Zaman kısıtlamalı oruç, otofajiyi tetiklemek ve düşük kalorili bir diyete benzer sağlık yararları sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda yüksek kalorili alım gerektiren elit sporcular için de uygun bir alternatiftir. Oruç dönemlerini entegre etmek, metabolik sağlığı optimize edebilir, iyileşmeyi iyileştirebilir ve gerekli enerji alımından ödün vermeden yüksek performansı koruyabilir (Sandri vd., 2024:2).

Aralıklı oruç (IF), oruç tutma ve yemek yeme dönemlerinin dönüşümlü olarak uygulandığı bir beslenme düzenidir. Bu yaklaşımın farklı yöntemleri bulunmakta olup, en yaygın olanları ardışık oruç ve yemek dönemlerini haftaya yaymak veya belirli bir zaman diliminde yemek yemeyi sınırlamaktır. İlk yöntemde, 24 saat boyunca yiyecek alınmayan oruçlu günler ile normal beslenmenin sürdüğü oruçsuz günler dönüşümlü olarak uygulanır. Örneğin, 5:2 yöntemi, bireylerin haftada iki gün boyunca 24 saat oruç tutması ve kalan beş gün boyunca

düşük kalorili beslenmesini içerir. Oruç, ardışık veya ardışık olmayan günlerde yapılabilir. İkinci yöntem ise zaman kısıtlamalı beslenmeyi temel alır; burada yemekler, belirli bir süre içinde alınır. Örneğin, 16/8 yöntemi, günde 16 saat oruç tutmayı ve tüm öğünleri 8 saatlik bir süre içinde yemeyi içerir. Genellikle yemekler, sabah kahvaltısı ve öğleden sonra erken saatlerde alınır, bu da günde 14-18 saatlik bir oruç süresine olanak tanır (Sandri vd., 2024:1; Nahar, 2024:2).

Günlük kalori alımının yaklaşık %30 oranında azaltılması, insülin direncinin düşürülmesi ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu etkiler göstermesine rağmen, bu yöntemin sürdürülebilirliği her zaman mümkün olmamaktadır. Enerji kısıtlaması çoğu bireyde iştah artışı, enerji harcamasında düşüş ve zamanla verilen kiloların geri alınması gibi sonuçlara yol açabildiği için, vücut ağırlığını uzun vadede kontrol etmekte yetersiz kalabilmektedir. Bu durum, klasik kalori kısıtlamasına alternatif arayışlarını beraberinde getirmiş ve belirli zaman planlarına dayanan aralıklı oruç modellerinin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Aralıklı oruç uygulamalarının temel avantajı, geleneksel diyet yaklaşımlarına kıyasla bireyden daha az sürekli dikkat ve çaba talep etmesidir. Bu modelde kişiler, sadece belirlenen günlerde ya da saat aralıklarında besin alımını sınırlandırmakta; bu sürelerde ya tamamen aç kalmakta ya da oldukça küçük porsiyonlarla beslenmektedir. Böylece neyin yenileceğine dair sürekli karar verme zorunluluğu ortadan kalkmakta, bireyler yalnızca oruç zamanlarına uymakla yükümlü olduklarından ek kurallar ve karmaşık diyet listeleriyle uğraşmamaktadırlar (Köktürk ve Yardımcı, 2021: 949).

Ketojenik Beslenme

Ketojenik (keto) diyet, düşük karbonhidrat ve yüksek yağ alımı ile tanımlanan bir beslenme yaklaşımıdır ve sağlık üzerindeki potansiyel olumlu etkileri nedeniyle giderek daha fazla ilgi görmektedir. İlk olarak 1920'lerde epilepsi tedavisinde geliştirilen bu diyet, günümüzde kilo kaybı ve çeşitli sağlık yararları sağlamak amacıyla uygulanmaktadır. Diyetin temel mantığı, karbonhidrat alımını ciddi şekilde azaltarak enerjiyi yağlardan elde etmeyi sağlamaktır; bu da vücudu ketozis adı verilen bir metabolik duruma yönlendirir ve enerji üretiminde karbonhidrat yerine yağ kullanılmasını mümkün kılar (Hariyona vd., 2025:35; Nahar, 2024:1).

Ketojenik diyetin temel prensibi, karbonhidrat alımının oldukça düşük tutulması ve protein ile yağ oranlarının farklı düzeylerde ayarlanmasıdır. Klasik ketojenik diyet, genellikle vücut ağırlığının kilogramı başına yaklaşık bir gram protein, günlük 10–15 gram karbonhidrat ve kalan kalorilerin yağdan sağlandığı bir model olarak tanımlanmaktadır (McGaugh ve Barthel, 2022:85). Bu diyetin potansiyel faydaları oldukça geniştir; kilo kaybını desteklemesi, enerji seviyelerini artırması, zihinsel berraklığı geliştirmesi ve bazı kronik hastalık risklerini azaltması bunlar arasında sayılabilir. Bununla birlikte, besin çeşitliliği açısından sınırlayıcı olması, diyeti uygulayan bireyler için bir zorluk oluşturabilir. Diyetin doğru uygulanması ve gerekli vitamin ile minerallerin takviyeler veya diğer kaynaklarla sağlanması büyük önem taşır. Günümüzde ketojenik diyet hâlâ popüler olsa da, sağlık uzmanları daha dengeli bir yaklaşım benimseyerek orta düzeyde karbonhidrat ve protein alımını önermektedir. Bu düzenleme, "keto gribi" olarak bilinen yorgunluk, baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı, kusma, kabızlık ve düşük egzersiz toleransı gibi kısa vadeli yan etkilerin önüne geçebilir. Öte yandan, uzun vadede karaciğer yağlanması, böbrek taşları, düşük protein seviyeleri ve vitamin eksiklikleri gibi riskler de bulunmaktadır (Nahar, 2024:1).

Clean eating(Temiz Beslenme)

Temiz beslenme, genellikle tam ve minimum işlenmiş gıdaların seçilmesi ve yapay ya da işlenmiş gıdaların tüketiminin sınırlandırılması olarak tanımlanır. Bu yaklaşım, sağlıklı olarak algılanan gıdalara odaklanmayı teşvik eder ve çoğu zaman oldukça kısıtlayıcı diyet

uygulamalarına yol açabilir. Genel anlamda temiz beslenme, işlenmiş gıdaların dışlanmasını destekleyen bir beslenme yaklaşımı olarak anlaşılmaktadır. Ayrıca, temiz beslenmeyi teşvik eden sosyal medya ve web siteleri, beslenme bilgisi kaynakları olarak giderek daha popüler hale gelmektedir (Allen vd., 2018:1-2).

Sosyal medya platformları, temiz beslenmeyi öne çıkaran içeriklerle doludur. Henüz kesin bir tanım üzerinde fikir birliği bulunmasa da temiz beslenme, genellikle "kimyasal katkı maddeleri, koruyucular ve rafine işlenmiş malzemelerden arındırılmış, doğal ve sağlıklı gıdaların tercih edilmesi" olarak anlaşılmaktadır. Bu beslenme yaklaşımı, özellikle genç tüketiciler arasında öne çıkan bir trenddir. Birleşik Krallık'ta 18-30 yaş arası bireylerin yaklaşık %40'ı temiz beslenme ilkelerine uygun beslenme uyguladığını belirtmiş, bazı gıda gruplarını (örneğin süt ürünleri) diyetlerinden çıkarmıştır. Benzer şekilde, ABD'de tüketicilerin temiz beslenmeye olan ilgisi, gıda üreticilerini ürün içeriklerini değiştirmeye veya belirli katkı maddelerini çıkarmaya yönlendirmektedir. Temiz beslenme içerikleri genellikle kişisel web sayfaları, bloglar veya sosyal medya platformları aracılığıyla paylaşılmaktadır. Bu mecralarda yazarlar, sıklıkla televizyon, sosyal medya veya internet makalelerinde "sağlıklı yaşam uzmanı" veya "gurusu" olarak tanıtılır. Bazı yazarlar, önerilen diyet ve yaşam tarzı değişikliklerinin sağlık üzerinde olumlu etkiler yaratacağını iddia eder ve bunu çoğunlukla ön koşulsuz sunar. İçerikler, okuyucuların kendi diyetlerini uygulamalarını teşvik etmek amacıyla görsel olarak çekici fotoğraflarla desteklenir. Ancak bu tavsiyelerin, özellikle yeme bozukluğu riski taşıyan veya savunmasız kullanıcılar arasında olumsuz etkiler yaratma potansiyeli bulunması endişe vericidir (Allen vd., 2018:2).

Organik ürün tüketimi

Son yıllarda, organik gıdalara olan tüketici ilgisi önemli ölçüde artmış ve bu durum, beslenme tercihleri ve satın alma davranışlarında kayda değer değişimlere işaret etmektedir. Organik gıdalar, sentetik kimyasallar, pestisitler, gübreler, genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO'lar), antibiyotikler veya ışınlama işlemleri gibi uygulamaların kullanımını en aza indiren sıkı üretim standartları ve düzenlemelerle üretilir. Bu nedenle, sağlık faydaları, beslenme değerleri ve çevresel sürdürülebilirlik açısından avantajlar sunduğu düşünülen organik ürünler, özellikle sağlık ve çevre bilincine sahip tüketiciler arasında giderek daha fazla tercih edilmektedir. Son yirmi yılda organik gıdalara olan talepteki artış, Organik Tarım Araştırma Enstitüsü (FiBL) tarafından 190 ülkeden derlenen verilerle yapılan araştırmalarda da doğrulanmıştır; araştırmalar, organik tarım alanlarının, organik üretici sayısının ve organik pazarın hızla büyüdüğünü göstermektedir (Poulia vd., 2024:90; Madureira vd., 2025:1).

Organik gıda, çevre korumasını ve hayvan refahını destekleyen, aynı zamanda pestisit kontaminasyonunu önleyen bir çiftlik yönetimi ve üretim sisteminin sonucudur. Yerel, sürdürülebilir ve organik gıda üretimine olan talep giderek artmaktadır. Organik tarım, kırsal topluluklarda biyoçeşitliliği ve sürdürülebilirliği artırma eğilimindedir ve dünya genelinde en hızlı büyüyen tarım segmentlerinden biri haline gelmiştir. Avrupa Birliği topraklarının ortalama %5'i organik üretim için kullanılmakta olup, İtalya organik pazarın en büyük oyuncusu konumundadır; Almanya ve Birleşik Krallık ise bu ülkeyi takip etmektedir (Duarte vd., 2021:3).

Son yirmi yılda organik gıda pazarı, yıllık ortalama %10'luk büyüme oranlarıyla hızlı bir gelişim göstermiştir. Avrupa'da organik pazarın değeri yıllık yaklaşık 20 milyar avro olarak tahmin edilmekte ve toplam gıda pazarının yaklaşık %1,5'ini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, Avrupa genelinde üretim kapasitesi organik ürünlere olan talebi karşılamakta yetersiz kaldığı için, özellikle meyve ve sebze gibi ürünlerde ithalat oranları yüksek seviyelerdedir. Artan organik ürün talebi, gelişmekte olan ülkelerdeki üreticiler için önemli fırsatlar yaratmaktadır (Duarte vd., 2021:4).

4. Sağlıklı Beslenme Trendlerinin Toplumsal ve Kültürel Yansımaları

Beslenme, insanların günlük yaşamlarında önemli bir rol oynar ve uzun vadeli sağlık için önemli bir belirleyicidir. Sadece bir enerji ve besin kaynağı değil, aynı zamanda sosyal kimliğin, kültürel ifadenin ve ekonomik faaliyetin temel bir bileşeni olan yemek, insan yaşamını şekillendirir. Yemek ve beslenmenin sosyal boyutları, beslenme uygulamalarının toplum değerleri ve normlarından nasıl etkilendiği, gıdanın toplumsal tabakalaşmadaki işlevi ve gıda politikasının halk sağlığı üzerindeki etkisi de dahil olmak üzere geniş bir konu yelpazesini kapsar. Farklı sosyal unsurlar, gıdaya erişimi, beslenme kararlarını ve beslenme sonuçlarını tanımlamak için gıda ve beslenmeyi diğer unsurlarla iç içe geçirir. Örneğin, bireylerin ne yedikleri ve yemeklerini nasıl pişirdikleri, kültürel gelenek ve inançlarından büyük ölçüde etkilenir. Bu kültürel standartlar, ülkeler arasında ve hatta aynı ülkenin alt grupları arasında büyük ölçüde farklılık gösterebilir. Dahası, sosyoekonomik düzey bir kişinin sağlıklı gıdaya erişimini belirler; düşük gelirli gruplar genellikle gıda güvensizliğinden ve beraberindeki sağlık sorunlarından daha fazla muzdariptir (Gowder, 2024: 2953; Gligorić vd., 2021: 184).

Gıda ve beslenme araştırmaları, insan yaşamının sosyal, kültürel, politik ve ekonomik yönlerini ele alarak, hayatta kalmak için gereken basit biyolojik zorunluluğun çok ötesine geçer. Sağlıklı beslenmenin fizyolojik bir ihtiyaç ve sağlık için vazgeçilmez olduğu açıktır; ancak buna rağmen gıdanın ve yeme eyleminin taşıdığı sosyal değeri göz ardı etmek mümkün değildir (Gowder, 2024: 2953).

Değişen yaşam koşullarıyla birlikte beslenme, bireylerin kendilerini ifade etmelerinde bir araç olarak görülmeye başlamıştır. Kişilerin statü oluşturmak ve prestij kazanmak amacıyla tercih ettikleri yiyecek-içecekler ile bulundukları mekânlar önem kazanmıştır. Bu durum, çeşitli beslenme trendlerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Teknolojinin etkisiyle bu trendler daha hızlı yayılmış ve toplum tarafından daha kolay benimsenir hâle gelmiştir. Yiyecek ve içecek sektörü ise sürekli bir değişim içinde olup yeniliklere en açık alanlardan biri olarak varlığını sürdürmektedir; kendini devamlı güncelleyerek gelişimini devam ettirmektedir (Öcal ve Şengül, 2020: 75).

Günümüzde gıdaların sosyo-kültürel etkileri nedeniyle, yemek yeme biçimleri sosyal statünün bir göstergesi olarak algılanmaya başlamıştır. Sosyal medyada yiyecek paylaşımlarının artması ve insanların birlikte yemek yeme alışkanlıkları, beslenmeyi önemli bir sosyal motivasyon hâline getirmiştir. Bireyleri yemeğe yönelten unsurlar yalnızca yiyeceğin sağlıklı oluşu değil; aynı zamanda keyif vermesi ve diğer tüketiciler tarafından beğenilmesidir. Bu çerçeveden bakıldığında bir yiyeceğin değerli görülmesi, kişinin zihninde daha önceki deneyimlerinin çağrışımına bağlıdır. Her ne kadar günümüzde sağlıklı beslenme bireysel bir sorumluluk gibi sunulsa da, beslenme seçimleri hâlâ mevcut sağlıklı yaşam söylemleri ve paylaşımlardan etkilenmektedir. Özellikle doğal gıdaların görünümü ve renkleri, tüketicilerin tercihleri üzerinde belirleyici bir hâle gelmiştir. Sağlıklı beslenme trendi, besinlerin doğal renkleriyle sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin birleşmesi üzerinden şekillenen bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Şen ve Dal, 2025: 782).

Sosyolojik bir bakış açısı, sosyal yapılar, ekonomik sistemler, kültürel değerler ve toplum normlarının yeme alışkanlıkları ile beslenme sonuçlarını nasıl biçimlendirdiğini analiz ederek gıda ve beslenmeyi daha derinlemesine anlamamıza yardımcı olur. Sosyolojik teoriler, bireylerin gıdaya yönelik tutum ve davranışlarının oluşumunda toplumla kurdukları karmaşık etkileşimleri incelemek için önemli bir çerçeve sunar. Toplum içinde bireylerin sağlıkla ilgili beslenme pratikleri; kimlik, yaş, cinsiyet, sosyal sınıf, ekonomik koşullar, etnik köken ve kültürel geçmiş gibi birçok sosyo-kültürel değişken tarafından şekillenir (Adak, 2020: 215; Gowder, 2024: 2954).

Modern sağlıklı beslenme trendlerinin yayılmasında sosyal medya, özellikle zaman zaman sosyal medya fenomeni haline gelen beslenme uzmanları aracılığıyla önemli bir rol oynamaktadır. Segovia-Villarreal ve Rosa-Díaz (2022) çalışmasında, çevrimiçi paylaşılan sağlıklı gıda özellikleriyle ilgili eğitim materyallerinin, bireylerin sağlık bilincini artırarak sağlıklı beslenme davranışlarını motive edebildiği gösterilmiştir. Tüketiciler, karar alma süreçlerinde anlaşılır, ilgili ve güvenilir bilgilere erişebilmekte ve bu bilgileri kullanmaktadır. Bu süreç, bireylerin bilişsel (farkındalık), duygusal ve davranışsal (satın alma niyeti ve satın alma) tutum aşamalarını değiştirebilmektedir. Araştırma, en güçlü etkinin bilişsel ve davranışsal aşamalarda gerçekleştiğini ve içerik üreticisine duyulan güven ile etkileyicinin güvenilirliğinin, paylaşılan içeriğin gerçek gıda ile ilgili bilgi değerinden daha belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, sosyal medyanın modern sağlıklı beslenme trendlerinin yayılmasında sadece bilgi aktarımı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda bireylerin beslenme davranışlarını şekillendiren toplumsal ve kültürel bir araç olarak işlev gördüğünü göstermektedir. Günümüz tüketicileri arasındaki medya kullanımı da muhtemelen diyetlerinin etkisi hakkındaki inançlarının oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır. İnsanlar yiyecek hakkında bilgi edinmek için giderek daha fazla internete ve sosyal medyaya yönelmektedir (Kley vd., 2023:876). Sosyal medya, kültürel eğilimlerin ve gıda kültürlerinin yayılmasını hızlandırarak, örneğin sağlıklı beslenme gibi trendlerin benimsenmesine olanak tanımaktadır (İnan vd., 2024: 1215).

Walsh ve Baker (2020) çalışmasında, Instagram'da "temiz beslenme" hashtag'lerini kullanan kullanıcıların, çoğu zaman farkında olmasalar da, en çok etkileşim alan paylaşımların ticari tanınırlık amacıyla yapıldığını göstermektedir. Yazarlar, temiz beslenme pratiğinin ve kirli veya aşırıya kaçan gıdalardan kaçınmanın, daha az endüstriyelleşmiş gıdaların "doğal", "temiz" ve "daha sağlıklı" olarak idealize edilmesini sağlayan kültürel bir bağlam içinde konumlandığını vurgulamaktadır. Bu odaklanma, gıdanın metalaştırılmasını görünmez kılarken, belirli gıdaların yüceltilip diğerlerinin "kirli" veya "sağlıksız" olarak damgalanmasının toplumsal sonuçlarını da pekiştirmektedir. Walsh ve Baker'e göre (2020), bu süreç diyet çılgınlıkları, beden şekillendirme uygulamaları ve yeme bozuklukları gibi pratiklerin yaygınlaşmasına katkıda bulunmakta ve modern beslenme pratiklerinin yalnızca bireysel tercihler değil, sosyal ve kültürel dinamiklerle şekillenen bir yapı olduğunu ortaya koymaktadır.

Sasahara (2019) Japonya'da yapılan çalışmalar, bireylerin yiyecek tercihlerini siyasi ve kültürel kimlikleriyle ilişkilendirdiğini göstermektedir; 'gıda solculuğu' doğal ve sağlıklı gıdaları tercih eden ve genellikle vegan/vejetaryen bireyleri tanımlarken, 'gıda sağcılığı' mevcut ürünleri tüketip fast food'dan hoşlanan bireyleri kapsamaktadır. Bu örnek, beslenme pratiklerinin yalnızca sağlık tercihleri değil, aynı zamanda kültürel ve ideolojik bağlamlarla şekillendiğini ortaya koymaktadır."

Pilaˇ vd. (2021:9), Instagram'da sağlıklı beslenme eğilimleri arasında temiz beslenmenin dikkat çekici bir yere sahip olduğunu belirtmektedir. Son on yılda popülerlik kazanan temiz beslenmenin kesin bir tanımı bulunmamakla birlikte, genellikle işlenmiş gıdaların sınırlandırılmasını ve bunun yerine tam, doğal ve işlenmemiş besinlerin tercih edilmesini öneren bir yaklaşım olarak görülmektedir. Araştırmacılar, sosyal medyadaki bu popülerliğin özellikle gençler üzerinde belirgin etkileri olduğunu vurgulamakta; nitekim çalışmalarında ergenlerin %50'sinden fazlasının temiz beslenmeye ilişkin bilgileri çevrimiçi kaynaklardan edindiğini ve katılımcıların %72'sinin temiz beslenmeyi sağlıklı bir beslenme biçimi olarak değerlendirdiğini ortaya koymaktadır.

Sosyal medya platformlarının hızlı ve geniş etkileşim olanakları, belirli yiyeceklerin kısa sürede popülerleşmesine olanak tanırken, bireylerin günlük beslenme alışkanlıklarına da yenilikçi ve

dikkat çekici unsurlar eklemektedir. Viral hale gelen yiyecekler, yani kısa sürede geniş bir kitleye ulaşarak popülerleşen içerikler, genellikle görsel açıdan estetik, yenilikçi ve paylaşılabilir özellikleriyle ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte, tüketicilerin bu yiyeceklere olan ilgisi sosyal kabul, bireysel tatmin, sosyal medya trendlerine uyum sağlama ve kültürel etkileşim gibi faktörlerden etkilenmektedir (İnan vd., 2024: 1212).

Sosyal karşılaştırma ve sosyal etki teorileri, bireylerin yiyecek tercihlerini şekillendiren sosyal faktörlerin önemini ortaya koymaktadır. Sosyal medya ve dijital ağlar, bu süreçte merkezi bir role sahip olduğu görülmektedir. Algoritmalar tarafından kişiselleştirilmiş içerikler, bireylerin maruz kaldığı yiyecek görsellerini ve bilgileri belirleyerek, tüketim davranışlarını yönlendirmektedir. Özellikle influencer marketing ve sağlıklı yaşam trendleri, sosyal medyada yaygınlaşan ve bireylerin beslenme alışkanlıklarını etkileyen önemli faktörlerdir. Ancak, sosyal medyanın yarattığı vücut imajı baskısı ve gerçekçi olmayan beklentiler, yeme bozuklukları gibi olumsuz sonuçlara da yol açabilmektedir. Bu nedenle, sosyal medyanın yiyecek tüketimi üzerindeki etkilerini incelerken hem olumlu hem de olumsuz yönleri göz önünde bulundurmak önemlidir (İnan vd., 2024: 1218).

Sosyal medyanın sağlıklı beslenme üzerindeki etkisi oldukça belirgindir. Son elli yıl içinde, medya ve teknolojinin, beslenmeye yönelik tutum ve inançların evriminde önemli bir rol oynadığı ifade edilmektedir. Sosyal medya, gıda içeriği açısından kullanıcılar arasında büyük bir etkileşim sağlamakta ve bu içeriklerin popülaritesi, sağlıkla ilgili davranışları etkileyen önemli bir faktör haline gelmektedir. Sosyal medya platformları, sağlık bilincini artırma ve sağlıklı beslenme alışkanlıklarını teşvik etme konusunda etkili bir araç olarak kullanılmakta, bu da bireylerin beslenme davranışlarını şekillendiren önemli bir faktör haline gelmektedir. Tüketicilerin, sağlıklı gıdaların sağlık yararlarını (faydacı) ve aynı zamanda bu gıdaların lezzetini veya keyif verici özelliklerini (hedonik) göz önünde bulundurarak, sosyal medyada yer alan yiyecekleri tüketmeye daha istekli oldukları ifade edilmektedir (İnan vd., 2024: 1219-1220).

Sağlıklı beslenmenin temelini oluşturan gıda tercihleri ile medyanın günlük yaşam üzerindeki yönlendirici etkisi birlikte değerlendirildiğinde, medyanın beslenme davranışları üzerindeki rolü önemli bir araştırma alanı haline gelmektedir. Bireylerde beslenme bilincinin artmasıyla beslenme alışkanlıklarının daha sağlıklı bir yönde gelişeceği düşünülmektedir. Bu bilincin oluşumunda rol modeller, aile, eğitim düzeyi, arkadaş çevresi ve özellikle medya güçlü belirleyiciler arasında yer almaktadır. Genç nüfusun fazla olduğu Türkiye'de medya, tüketim davranışlarının şekillenmesinde dikkat çekici bir etkiye sahiptir. Medya içerikleri, gençlerin gıda tercihlerine yön verebilmekte ve onların seçim süreçlerini doğrudan etkileyebilmektedir. Üniversite öğrencileri ise bağımsız karar verme sürecinin yoğunlaştığı bir dönemde oldukları için, medyanın oluşturduğu beslenme ve tüketim trendlerini daha kolay benimseyebilmektedirler (Kıngır ve Kardeş, 2019: 165).

Gıda seçimini etkileyen faktörleri anlamak, beslenme hedeflerinin tüketici davranışına başarılı bir şekilde aktarılmasını desteklemek için temel öneme sahiptir. Sosyal ağ Instagram, 18-24 yaş arasındaki ABD'li gençlerin %76'sı tarafından kullanıldığından, sosyal medya, kullanıcıların sosyal ağlar aracılığıyla ifade ettiği deneyim, değer ve tutumları belirleyen sosyal medya analizi yoluyla gıda davranışıyla ilgili tüketici davranışlarını anlamak için önemli bir bilgi kaynağıdır (Pilaˇ vd., 2021:1).

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, modern sağlıklı beslenme trendlerinin artık sadece biyolojik ihtiyaçları karşılamaya yönelik uygulamalar olmadığını; aynı zamanda kültürel anlamların oluştuğu, insanların

kimliklerini şekillendirdiği ve tüketim alışkanlıklarının sembolik bir değer kazandığı önemli bir alan hâline geldiğini göstermektedir. Aralıklı oruç, ketojenik beslenme, temiz beslenme ve organik gıda tüketimi gibi popüler uygulamaların yaygınlaşması, bireylerin beslenmeyi kendilerini ifade ettikleri bir alan olarak deneyimlediğini, bu pratikler aracılığıyla hem kendilerine hem de sosyal çevrelerine belirli mesajlar iletmeye çalıştığını göstermektedir. Literatür modern beslenme eğilimlerinin dijital kültürle olan etkileşimi sayesinde hızla meşrulaştığını ve özellikle sosyal medya aracılığıyla normatif bir nitelik kazandığını göstermektedir.

Dijital platformlar, sağlıklı beslenmeyi yalnızca bir davranış biçimi olmaktan çıkarıp, görünürlüğün ve beğeni ekonomisinin belirleyici olduğu bir sunum alanına dönüştürmektedir. Bu bağlamda sağlıklı beslenme pratikleri, bireylerin kendilerini disipline etme, ideal beden formunu arzulama, sosyal onay arayışını sürdürme ve kültürel sermayelerini görünür kılma süreçlerinde işlevsel bir rol üstlenmektedir. Öte yandan ilgili literatür, modern beslenme trendlerinin birtakım risklere de zemin hazırladığını göstermektedir. Bilimsel temelden uzak popüler içeriklerin hızla yayılması, bilgi kirliliğini artırmakta; aşırı kısıtlayıcı veya katı kurallara dayanan beslenme biçimlerine yönelme, özellikle genç yetişkinlerde yeme davranışı bozuklukları açısından risk oluşturmaktadır. Ayrıca trend diyetlerin ekonomik boyutu, sağlıklı beslenmenin giderek daha fazla sosyoekonomik eşitsizlik üzerinden tanımlanan bir pratik hâline geldiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak çalışma, modern sağlıklı beslenme eğilimlerinin çok boyutlu bir toplumsal olgu olduğunu; sağlık, kültür, kimlik, ekonomi ve dijital etkileşim arasında karmaşık bir ilişki ağı içinde şekillendiğini göstermektedir. Bu nedenle sağlıklı beslenme pratiklerinin hem bireysel hem de toplumsal düzeyde çok katmanlı dinamiklerle ele alınması gerekmektedir.

Çalışma kapsamında geliştirilen öneriler şu şekildedir: Modern sağlıklı beslenme trendlerinin çok boyutlu yapısı göz önünde bulundurularak, bu alanda yürütülecek araştırmalarda disiplinlerarası yaklaşımların güçlendirilmesi önem taşımaktadır. Sağlıklı beslenme pratiklerinin yalnızca biyolojik etkilerinin değil, aynı zamanda kültürel, sosyal, ekonomik ve dijital boyutlarının da dikkate alınması, konuya ilişkin teorik çerçevenin derinleşmesine katkı sağlayacaktır. Özellikle sosyal medyanın beslenme davranışlarını yönlendirmedeki etkisi düşünüldüğünde, dijital platformlarda yer alan içeriklerin eleştirel bir perspektifle değerlendirilmesi ve bu bağlamda medya okuryazarlığı becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Gençlerin ve üniversite öğrencilerinin popüler trendlere yüksek düzeyde maruz kalması nedeniyle, bu gruplara yönelik bilimsel temelli bilgilendirme faaliyetleri ve farkındalık programları artırılmalıdır.

Bunun yanı sıra, sağlıklı beslenme trendlerinin ekonomik yönü göz ardı edilmemeli; organik ürünler, fit gıdalar ve trend diyet ürünlerinin yüksek maliyeti nedeniyle ortaya çıkan sosyoekonomik eşitsizliklere yönelik politika çalışmaları yapılmalıdır. Sağlıklı beslenmenin toplumun yalnızca belirli kesimleri tarafından erişilebilir bir pratik hâline gelmesini engellemek amacıyla, ekonomik erişilebilirliği artırıcı önlemler geliştirilmesi önemlidir. Ayrıca, aşırı kısıtlayıcı beslenme modellerinin psikolojik riskleri dikkate alınarak, özellikle genç yetişkinlerde yeme davranışı bozukluklarına yönelik koruyucu uygulamalar hayata geçirilmelidir. Kültürel açıdan ise, modern trendlerin baskın hâle geldiği günümüzde yerel beslenme kültürlerinin korunması ve sürdürülebilir biçimde desteklenmesi, hem kültürel çeşitliliğin sürdürülmesine hem de sağlıklı beslenme anlayışının toplumun genelinde kabul görmesine katkı sunacaktır. Bu doğrultuda yapılacak çalışmaların bütüncül, kapsayıcı ve toplumun farklı kesimlerinin ihtiyaçlarını gözeten bir nitelik taşıması gerekmektedir.

Kaynakça

Adak, N. (2020). Tüketim kültüründe beslenme: Sağlıklı/sağlıksız yiyecekler. İstanbul Üniversitesi Sosyoloji Dergisi, 40, 197–218. https://doi.org/10.26650/SJ.2020.40.1.0030.

Allen, M., Dickinson, K. M., & Prichard, I. (2018). The dirt on clean eating: A cross sectional analysis of dietary intake, restrained eating and opinions about clean eating among women. *Nutrients*, 10(9), 1-11. https://doi.org/10.3390/nu10091266.

Atilla, C. (2025). *Öğretmenlerin sağlıklı ve sürdürülebilir beslenme davranışlarının değerlendirilmesi.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Bilgi Üniversitesi Lisansüstü Programlar Enstitüsü, İstanbul.

Aydilek, O. H., Arslantaş, D., Ünsal, A., Kavlu, E., & Yücel, E. (2025). Bir Üniversite Hastanesine Başvuranlarda Sağlıklı Beslenmeye İlişkin Tutum ve Algılanan Gıda Okuryazarlığının Değerlendirilmesi (ESOGÜ SUAH Örneği). *Osmangazi Tıp Dergisi*, *47*(4), 582-592. https://doi.org/10.20515/otd.1639257.

Çekal, N. (2025). Milli İçecek Hardaliyenin Beslenme ve Sağlık Açısından Değerlendirilmesi. Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi, 8(1), 28-37. https://doi.org/10.56728/dustad.1635528.

Duarte, P., Teixeira, M. (2021). Healthy eating as a trend: consumers' perceptions towards products with nutrition and health claims. *Revista brasileira de gestão de negócios*, *23*, 405-421. https://doi.org/10.7819/rbgn.v23i3.4113.

Ender, S., Pamukçu, H. ve Sandıkçı, M. (2021). Sağlıklı Beslenme Kapsamında Geleneksel Gıdaların Önemi, 5. Uluslararası Gastronomi Turizmi Araştırmaları Kongresi, (ss180-196) , 7-8 Ekim 2021, Sakarya.

Erdaş Kartal, E., Baş, İ. (2025). Öğretmen Adaylarının Sağlıklı Beslenmeye Yönelik Tutumlarının Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi. Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2(1), 22-37.

Gligorić, K., White, R. W., Kiciman, E., Horvitz, E., Chiolero, A., & West, R. (2021). Formation of social ties influences food choice: A campus-wide longitudinal study. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, *5*(CSCW1), 1-25. https://doi.org/10.1145/34492971.

Gowder, S. J. (2024). Social Aspects of Food and Nutrition: An Overview. *Journal of Ecohumanism*, *3*(7), 2953-2961. https://doi.org/10.62754/joe.v3i7.4431.

Hariyono, H., Masruroh, B., Wibawa, A. P., Harianti, L. R., Budiarto, L., Okafor, C. E. (2025). Ground Truth of Indonesian Gastronomy. *Bulletin of Culinary Art and Hospitality*, 5(1), 4. https://doi.org/10.17977/um069v5i12025p28-38.

İnan, B., Uyanık, E., Eskiocak, M., Kılıç, G. D. Sosyal Medyada Viral Olan Yiyeceklerin Toplumsal Yeme Alışkanlıklarına Etkisi. 14th International Baskent Congress On Social, Humanities, Administ, (ss1212-1222).,12-14 Aralık 2024, Ankara.

Kıngır, S., Kardeş, N. (2019). Medyanın Sağlıklı Beslenme Davranışı Üzerindeki Etkisi. *Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 163-176.

Kley, S., Kleinen-von Königslöw, K., Dunker, A. (2023). Media diets of vegetarians. How news consumption, social media use and communicating with one's social environment

are associated with a vegetarian diet. *Environmental Communication*, 17(8), 875-890. https://doi.org/10.1080/17524032.2022.2051575.

Köktürk, S. N., Yardımcı, H. (2021). Aralıklı Oruç ve Bazı Hastalıklar Üzerine Etkileri. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, *6*(4).949-957. doi: 10.5336/healthsci.2020-80090.

Madureira, T., Nunes, F., Veiga, J., Mata, F., Alexandraki, M., Dimitriou, L., Meleti, E., Manouras, A., Malissiova, E. (2025). Trends in organic food choices and consumption: assessing the purchasing behaviour of consumers in Greece. Foods, 14(3), 1-20. https://doi.org/10.3390/foods14030362.

Nahar, M. (2024). Healthy Diet Trends in Recent Years. *Mugda Medical College Journal*, *7*(1), 1-3. https://doi.org/10.3329/mumcj.v7i1.73906.

McGaugh, E., Barthel, B. (2022). A review of ketogenic diet and lifestyle. *Missouri medicine*, 119(1), 84-88.

Nebioğlu, M., Yıldız, A. (2025). Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Beslenme Tutumlarının Dikkat Düzeylerine Etkisi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 31-47. https://doi.org/10.53629/sakaefd.1578844.

Öcal, D., Şengül, S.(2020), Beslenme Trendlerinin Turizmde Yiyecek İçecek Tüketim Davranışlarına Etkisi, 6. Uluslararası Türk Dünyası Turizm Sempozyumu, (ss. 73-85), 1-3 Ekim 2020, Denizli.

Özdemir, S., Baltaci, F. (2025). Comparative determination of factors affecting attitude level towards healthy nutrition. Scientific Reports, 15(1), 1-11. https://doi.org/10.1038/s41598-024-80128-4.

Pilař, L., Stanislavská, L. K., Kvasnička, R., Hartman, R., Tichá, I. (2021). Healthy food on Instagram social network: vegan, homemade and clean eating. *Nutrients*, *13*(6), 1-19, doi: 10.3390/nu13061991.

Poulia, K. A., Bakaloudi, D. R., Alevizou, M., Papakonstantinou, E., Zampelas, A., Chourdakis, M. (2025). Impact of organic foods on chronic diseases and health perception: a systematic review of the evidence. *European Journal of Clinical Nutrition*, 79(2), 90-103. doi:10.1038/s41430-024-01505-w.

Sandri, E., Borghesi, D., Cantín Larumbe, E., Cerdá Olmedo, G., Vega-Bello, M. J., & Bernalte Martí, V. (2024). Intermittent fasting: Socio-economic profile of Spanish citizens who practice it and the influence of this dietary pattern on the health and lifestyle habits of the population. *Nutrients*, 16(13), 1-22. doi: 10.3390/nu16132028.

Sasahara, K. (2019). You are what you eat: A social media study of food identity. *Journal of Computational Social Science*, 2(2), 103-117. https://doi.org/10.1007/s42001-019-00039-7.

Segovia-Villarreal, M.; Rosa-Díaz, I.M. (2022) Promoting Sustainable Lifestyle Habits: "Real Food" and Social Media in Spain. *Foods*, 11, 224. https:// doi.org/10.3390/foods11020224.

Şen, A., Dal, K. (2025). Gastronomide sağlıklı beslenme trendi ve yiyecek renklerinin rolü. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, *15*(1), 780-796. https://doi.org/10.48146/odusobiad.1412891.

Walsh, M., Baker, S.A. (2020). Clean Eating and Instagram: Purity, Defilement and the Idealisation of Food. Food, Culture, and Society, 23(5), pp. 570-588. doi: 10.1080/15528014.2020.1806636.

Vasim, I.; Majeed, C.N.; DeBoer, M.D. (2022) Intermittent Fasting and Metabolic Health. *Nutrients*, 14, 631. https://doi.org/10.3390/ nu14030631.

SİBER GÜVENLİKTE LLM HALÜSİNASYONLARINI AZALTMAYA YÖNELİK RİSK TEMELLİ BİR YAKLAŞIM: LLM-HRM ÇERÇEVESİ

A RISK-BASED APPROACH TO REDUCING LLM HALLUCINATIONS IN CYBERSECURITY: THE LLM-HRM FRAMEWORK

Barış ÖZDEMİR
Haliç Üniversitesi,
ORCID: 0009-0006-1827-1839
Mehmet Taciddin Akçay
Dr. Öğr. Üyesi, Haliç Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,
ORCID: 0000-0002-1050-4566

ÖZET
Büyük dil modellerinin siber güvenlik alanında kullanımı, beraberinde "halüsinasyon" olarak tanımlanan uydurma içerik üretme riskinin ele alınmasını bir gereklilik haline getirmiştir. Çalışmamız halüsinasyon riskini azaltmak için LLM-HRM (Hallucination Risk Management) adlı risk yönetimi temeline dayanan bir çerçeve önermektedir.

Büyük dil modelleri tehdit istihbaratı, olay yönetimi ve karar destek süreçlerinde iyi bir performans sergilese bile uydurma içerik üretmesi kritik güvenlik operasyonlarında hatalı analizler yapılmasına ve kararlar alınmasına yol açabilmektedir. Yapılan literatür incelemelerinde halüsinasyonların veri kalitesi, model eğitimi, çıkarım süreçleri gibi bir çok faktörden kaynaklandığını ve incelenen çalışmalar en gelişmiş modellerde dahi halüsinasyon riskinin mevcut olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmamız halüsinasyon riskinin olay önem derecesine bağlı olarak yönetilmesini temel alan LLM-HRM çerçevesini geliştirmiştir. Sunduğumuz bu çerçeve Prompt Engineering , RAG(Retrieval-Augmented Generation) ve Self Consistency gibi azaltma tekniklerinin yüksek önem derecesine sahip olaylarda kademeli olarak bir arada kullanılmasını, düşük önem derecesine sahip olaylarda ise halüsinasyon-maliyet dengesi gözetilerek daha sınırlı teknikler uygulanmasını önermektedir. LLM-HRM çerçevemiz GPT-5 modeli üzerinde 200 siber güvenlik odaklı girdi ile test edilmiştir. Yalın LLM yanıtı ile %40 olan halüsinasyon oranı, Prompt Engineering, RAG ve Self-Consistency'nin kademeli uygulanmasıyla %8'e düşürülmüştür. Bulgular, katmanlı azaltma yaklaşımının halüsinasyon oranlarını önemli biçimde azalttığını ve risk yönetimi ile uyumlu bir çözüm sunduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak halüsinasyon varlığı tamamen ortadan kaldırılamasa da, önem derecesine bağlı azaltma teknikleri uygulanarak büyük dil modellerinin çıktı güvenilirliğinin arttırılabileceği gözlemlenmektedir.

Anahtar kelimeler: Siber Güvenlik, LLM, Halüsinasyon, Risk Yönetimi

ABSTRACT
The use of large language models (LLMs) in the field of cybersecurity has made it necessary to address the risk of fabricated outputs, referred to as "hallucinations." Our study proposes a framework based on risk management, called LLM-HRM (Hallucination Risk Management), to mitigate hallucination risks.

Although large language models (LLMs) demonstrate strong performance in threat intelligence, incident management, and decision-support processes, their tendency to generate fabricated content can lead to inaccurate analyses and decisions in critical security operations. The literature review indicates that hallucinations stem from multiple factors, including data quality, model training, and inference processes, and the examined studies show that hallucination risks are present even in the most advanced models.

Our study has developed the LLM-HRM framework, which is based on managing hallucination risk according to the incident severity level. The proposed framework suggests the gradual combined use of mitigation techniques such as Prompt Engineering, RAG (Retrieval-Augmented Generation), and Self-Consistency for incidents with high severity, while recommending more limited techniques for incidents with low severity by considering the hallucination–cost balance. The LLM-HRM framework was tested on the GPT-5 model using 200 cybersecurity-focused inputs. The hallucination rate, which was 40% with the plain LLM response, decreased to 8% through the gradual application of Prompt Engineering, RAG, and Self-Consistency. The findings show that the layered mitigation approach significantly reduces hallucination rates and provides a solution consistent with risk management.

In conclusion, although the presence of hallucinations cannot be completely eliminated, it is observed that the reliability of outputs produced by large language models can be increased by applying severity-based mitigation techniques.

Keywords : Cybersecurity, LLM, Hallucination, Risk Management

1.GİRİŞ

Yapay zekâ teknolojilerinin hızlı gelişimi, siber güvenlik alanında önemli bir dönüşüm başlatmıştır. Özellikle büyük dil modelleri (LLM – Large Language Models), tehdit istihbaratı, olay yönetimi, güvenlik otomasyonu ve karar destek süreçlerinde analistlerin iş yükünü azaltmak ve yanıt süresini kısaltmak amacıyla kullanılmaktadır.

Beyza Özdemir (2024), yapay zekâ ve makine öğrenmesi yaklaşımlarının siber tehdit istihbaratında büyük veri analizi ve otomatik müdahale süreçlerinde etkin rol oynadığını belirtmiştir. Zhang ve arkadaşları (2025), büyük dil modellerinin tehdit istihbaratı, zafiyet tespiti, kötü amaçlı yazılım analizi, anomali tespiti, fuzzing, program onarımı ve güvenli kod üretimi gibi teknik alanlarda kullanılabildiğini ortaya koymuştur. Ferrag ve arkadaşları (2024) ise üretken yapay zekânın tehdit analizi, kimlik avı tespiti, güvenlik otomasyonu ve güvenlik farkındalığı süreçlerinde kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Bununla birlikte, büyük dil modellerinin güvenilirliği siber güvenlik alanında önemli bir tartışma konusudur.

Büyük Dil Modellerinde (LLM'ler) halüsinasyonlar, modelin çıktılarının gerçek bilgilerden ya da verilen bağlamdan saparak uydurma, yanlış ya da çelişkili içerikler üretmesiyle ortaya çıkar ve bu durum özellikle siber güvenlik gibi yüksek riskli alanlarda güvenilirliği tehdit eder.

Halüsinasyon içeren çıktılar tehdit analizleri, zafiyet raporları ve olay müdahalesi gibi doğruluk gerektiren süreçlerde hatalı kararlar alınmasına neden olabilir. Bu nedenle, LLM tabanlı sistemlerin siber güvenlik operasyonlarında etkin ve güvenilir biçimde kullanılabilmesi için bu riskin yönetilmesi kritik öneme sahiptir.

Literatürde yapılan çalışmalar, büyük dil modellerinde görülen halüsinasyonların temel nedenlerini veri kalitesi, model eğitimi ve çıkarım süreçlerindeki tutarsızlıklarla ilişkilendirmektedir. Huang ve arkadaşları (2024), hatalı veya önyargılı veriyle eğitilen modellerin yanlış çıkarımlar ürettiğini belirtirken; Meade ve Jano (2023), bilgi baskınlığı, eksik bilgi temsili, bilgi çıkarımındaki başarısızlık ve bağlamsal uyumsuzluğu temel nedenler olarak belirtmiştir. Li ve arkadaşları (2024) ise halüsinasyonun kökenlerini ön eğitim, denetimli ince ayar, istem tasarımı ve çıkarım yöntemleri başlıklarında incelemiştir. Bu bulgular, LLM halüsinasyonlarının çoklu nedenlerden kaynaklandığını ve bu nedenle risk temelli bir mekanizmaya ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

Bu noktada, büyük dil modellerinin güvenilirliğini artırmak ve halüsinasyonlu çıktılardan kaynaklanan riskleri en aza indirmek, siber güvenlik uygulamalarında bir gereklilik haline gelmiştir.

Bu çalışma, büyük dil modellerinin (LLM) siber güvenlik operasyonlarındaki halüsinasyon içeren çıktı üretme riskini azaltmak amacıyla LLM-HRM (Hallucination Risk Management) adlı bir çerçeve önermekte ve test etmektedir. Bu çerçeve, olayların önem derecesine göre farklı azaltma tekniklerinin kademeli olarak uygulanmasına dayanmaktadır. Kritik ve yüksek önem düzeyine sahip olaylarda birden fazla azaltma tekniği bir arada kullanılarak halüsinasyon oranının minimum seviyeye indirilmesi hedeflenmiştir. Buna karşın, düşük önem derecesine sahip olaylarda yanıt süresi, sistem gecikmesi (latency) ve işlem yükü gibi faktörler göz önünde bulundurularak, kapsamlı azaltma teknikleri yerine risk işleme adımlarından "risk kabulü" stratejisi tercih edilmiştir. Bu yaklaşım verimliliği korurken yüksek doğruluk gerektirmeyen durumlarda gereksiz kaynak tüketimini önlemeyi amaçlamaktadır.

LLM-HRM çerçevesinin etkinliği, farklı önem düzeylerinde katmanlı azaltma stratejilerinin karşılaştırılmasıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, olay önem derecelerine göre kademeli azaltma stratejilerinin uygulanmasının halüsinasyon oranlarını anlamlı biçimde azalttığını göstermektedir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1.Büyük Dil Modellerinde Halüsinasyon Eğilimleri

2025 yılı itibarıyla, büyük dil modellerinin halüsinasyon eğilimlerini ölçmeye yönelik kapsamlı ve güncel değerlendirme araçları geliştirilmiştir. Bu araçlardan biri olan Hughes Hallucination Evaluation Model (HHEM), modellerin halüsinasyon üretme oranlarını karşılaştırmalı biçimde analiz etmektedir. Tablo 1'de yer alan bu veriler, yapay zekâ modellerinin halüsinasyon riski taşıdığını ve kullanıcıların bu hususta dikkatli olması gerektiğini göstermektedir. Tablo 1'de yer alan veriler, daha önce kullanılan benchmark'lara kıyasla modellerin doğruluk performanslarını daha hassas biçimde ortaya koymakta ve güncel değerlendirmeler açısından önemli bir referans noktası sunmaktadır (Stanford University 2025 AI Index report).

Tablo 1. 2025 HHEM Benchmark'ına Göre Dil Modellerinin Halüsinasyon Oranları

Model	Halüsinasyon Oranı (%)
THUDM/glm-4-9b-chat	1.3
gemini-2.0-flash-exp	1.3
openai/o1-mini	1.4
openai/GPT-4o	1.5
openai/GPT-4-Turbo	1.7
openai/GPT-4o-mini	1.7
openai/GPT-4	1.8
openai/GPT-3.5-Turbo	1.9
deepseek/deepseek-chat	2.4
openai/o1	2.4
microsoft/Phi-3.5-MoE-instruct	2.5
microsoft/Orca-2-13b	2.5
Intel/neural-chat-7b-v3-3	2.6
Qwen/Qwen2.5-7B-Instruct	2.8
ai21labs/AI21-Jamba-1.5-Mini	2.9

Yapılan bir çalışmada ChatGPT'ye 100 gerçek ve 100 sahte CVE-ID sunularak güvenlik uyarıları üretmesi istenmiş, model çıktıları manuel olarak değerlendirilmiştir. Gerçek CVE kimlikleri için %96, sahte olanlar için ise %97 oranında güvenilir görünen açıklamalar elde edilmiştir. Bu bulgular, modelin girdinin doğruluğunu sorgulamaksızın ikna edici fakat potansiyel olarak yanıltıcı içerikler oluşturabildiğini göstermektedir. Benzerlik analizinde, 100 gerçek CVE-ID'ye karşılık üretilen açıklamaların %95'i orijinal metinle tamamen farklı, %3'ü oldukça farklı, %2'si ise kısmen benzer bulunmuş; hiçbir çıktı "Benzer" veya "Oldukça Benzer" kategorisinde yer almamıştır. Bu bulgular, modelin halüsinasyon eğilimini ve özgün kaynaklarla uyum sağlama konusundaki sınırlılıklarını ortaya koymaktadır.

Araştırmacılara göre, LLM'ler güvenlik alanında destekleyici olarak değerlendirilebilir ancak insan denetimi olmadan güvenlik uyarısı üretmek ya da doğrulamak için yeterince güvenilir değildir. Bu nedenle, gelecekteki çalışmaların; dış doğrulama mekanizmalarının entegrasyonu, istem (prompt) tasarımının iyileştirilmesi ve güvenlik verileriyle eğitilen veri setlerinin kalitesinin artırılması gibi alanlara odaklanması gerektiği belirtilmiştir. (Abdullah et al., 2025)

Yapılan farklı bir çalışmada, çeşitli büyük dil modellerinin (GPT-4o, GPT-3.5, Llama 3, Mixtral vb.) siber güvenlik alarm triage süreçlerindeki performansları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Aşağıdaki tablo, beş farklı LLM'in alarm sınıflandırma süreçlerinde gösterdiği başarıyı özetlemektedir. (Oniagbi, 2024)

Tablo 2. LLM Modellerinin Alarm Triage Performans Karşılaştırması(Oniagbi, 2024, s.52-53)

Model Adı	Doğruluk (Accuracy %)	Kesinlik (Precision %)	Geri Çağırma (Recall %)	F-Skoru	Yanlış Pozitif Oranı (FPR %)
Meta Llama 3 70B	91.4	85.7	96	45.3	24.2
GPT-4o	84.5	73.5	100	42.4	54.6
Mixtral-8x22B Instruct	84.5	78.6	88	41.5	36.4
GPT-3.5	77.6	77.3	68	36.2	30.3
OpenHermes-2.5 Mistral	70.7	70.0	56	31.1	36.4

İncelenen çalışmalar, büyük dil modellerinin çeşitli görevlerde yüksek performans sergileyebildiğini gösterse de, halüsinasyon içeren çıktı üretme eğilimlerinin siber güvenlik operasyonları için önemli bir risk unsuru olmaya devam ettiğini ortaya koymaktadır. Özellikle tehdit analizi, alarm sınıflandırması ve zafiyet yorumlama gibi kritik süreçlerde gözlemlenen yüksek yanlış pozitif oranları ve halüsinasyon içeren çıktılar, model yanıtlarına duyulan güveni zayıflatmakta dolayısıyla güvenlik kararlarının doğruluğunu olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, halüsinasyon içeren çıktıları kontrol altına alabilecek yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Çalışmanın devamında önerilen LLM-HRM (Hallucination Risk Management) yaklaşımı, söz konusu ihtiyaca çözüm sunmayı hedeflemektedir.

2.2.Halüsinasyon Azaltma Yaklaşımları Ve Literatürdeki Performans Verilerinin Değerlendirilmesi

Büyük dil modellerinde (LLM) halüsinasyonları azaltmaya yönelik literatürde çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler, modelin doğruluk ve tutarlılığını artırmayı, halüsinasyon içeren bilgilerin ortaya çıkmasını engellemeyi amaçlamaktadır. Aşağıda, bu çalışmada ele alınan ve literatürde yaygın olarak kullanılan halüsinasyon azaltma stratejileri ve tanımları sunulmaktadır.

- Prompt Engineering, büyük dil modellerinin (LLM) çıktılarının doğruluk ve tutarlılığını arttırmak için, modele iletilen girdilerin özenle tasarlanması sürecidir.
- Self-Consistency, bir dil modelinin aynı girdi için birden fazla yanıt üreterek, en sık veya en tutarlı olanını en uygun yanıt olarak seçtiği bir halüsinasyon azaltma tekniğidir. Bu yöntem, rastgele üretilen yanıtları azaltır ve yanıtların güvenilirliğini artırır.
- RAG, dil modelinin yanıt üretiminde yalnızca kendi iç bilgisini değil, sorguya göre getirilen harici belgelerden sağlanan bilgileri de kullanmasını sağlayan bir halüsinasyon azaltma yöntemidir. Bu ek bağlam, modelin güncel ve alan-özgü bilgilere dayanarak daha doğru ve tutarlı yanıtlar üretmesine yardımcı olur.

Büyük dil modellerinin halüsinasyon oranları, kullanılan bu stratejilere bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Literatürdeki çalışmalar, özellikle RAG yönteminin halüsinasyon oranlarını anlamlı ölçüde düşürdüğünü, Self-Consistency'nin ise yanıt tutarlılığını artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Bu bölümün devamında, söz konusu tekniklerin farklı veri setleri ve değerlendirme metrikleri üzerindeki performans sonuçları incelenerek, LLM-HRM çerçevesinde farklı severity (önem derecesi) seviyelerinde hangi yöntemlerin önceliklendirildiği tartışılacaktır.

Yapılan bir çalışmada, RAG yöntemi farklı algoritmalar üzerinde test edilerek maliyet ve performans analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizde gecikme süresi, işlem hızı, doğruluk ve depolama gereksinimi gibi faktörler karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3. RAG Algoritmalarının Performans Karşılaştırması

Özellik	HNSW-SQ	IVF-PQ	IVF-SQ
Gecikme (saniye)	0.31–0.81	0.29–2.19	0.17–1.72
İşlem Hızı (QPS)	25–319	27–116	47–148
Doğruluk (Recall)	0.87	0.61	0.86
Depolama (GB)	166	23	71

Kaynak: Shen et al. (2024)

Literatürde, RAG yönteminin büyük dil modellerindeki halüsinasyonları önemli ölçüde azalttığı belirtilmektedir. Ancak, tabloda görüldüğü üzere, yöntemin uygulandığı algoritmaların yüksek depolama gereksinimi, artan gecikme süreleri ve işlem hızındaki sınırlamalar gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bu sebeple, RAG yönteminin kullanımı her önem derecesinde uygun olmayıp, kritik doğruluk ihtiyacına sahip durumlarda maliyet ve performans değerlendirmesi yapılarak tercih edilmelidir.

Son zamanlarda yapılan deneysel bir çalışmada; Chain-of-Thought (CoT), Retrieval-Augmented Generation (RAG), RAG + CoT, Self-Consistency ve Self-Verification gibi yöntemler üç farklı veri seti (HaluEval, FEVER, TruthfulQA) üzerinde test edilmiştir. (Kumar, Kim, Nathani & Roy, 2025)

Kullanılan modeller: GPT-3.5-Turbo, DeepSeek-R1 ve LLaMA-2-7B. Elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir:

- Tüm yöntemler, üç veri setinde de temel model yapılarına kıyasla daha iyi sonuç vermiştir. Halüsinasyon oranlarında düşüş ve doğruluk oranlarında artış gözlenmiştir.
- HaluEval veri setinde en düşük halüsinasyon oranı GPT-3.5-Turbo ile RAG + CoT (yaklaşık %11) ve LLaMA-2 ile Self-Verification yöntemlerinde gözlemlenmiştir.
- RAG + CoT ve Self-Consistency yöntemleri anlamlı gelişme göstermiştir.

2.3.Büyük Dil Modellerinde Halüsinasyon Risk Yönetimi: LLM-HRM Çerçevesi

LLM-HRM çerçevesinde kontrol katmanlarının seçiminde, olayların önem derecesini belirlemek amacıyla siber güvenlik operasyonlarında yaygın olarak kullanılan beş seviyeli bir sınıflandırma modeli esas alınmıştır. Bu model, olayların aciliyet ve potansiyel etkilerini dikkate alarak kademeli bir önceliklendirme sağlar.

Bu yapı, olayların kritiklik seviyelerine göre hangi kontrol mekanizmalarının uygulanması gerektiğinin belirlenmesinde yol göstericidir. Böylece, yüksek önem derecesine sahip vakalarda çok katmanlı ve yoğun azaltma teknikleri öncelik kazanırken; düşük önem derecesine sahip vakalarda ise doğruluk–maliyet dengesi gözetilerek kaynak kullanımı açısından verimliliği hedefleyen teknikler tercih edilir.

Tablo 4. Severity Seviyeleri

Description	Score
Critical	5
High	4
Medium	3
Low	2
Informational	1

Kurumlar için risk yönetiminin amacı, tüm riskleri tamamen ortadan kaldırmak değil, bunları kabul edilebilir risk seviyesinde tutmak olmalıdır. Bu risk yönetimi yaklaşımı doğrultusunda, belirlenen eşik değerin üzerinde kalan riskler için uygun risk işleme adımları planlanmalı ve uygulanmalıdır. LLM-HRM çerçevesinde bu süreç, olayın kritikliği ve kabul edilebilir risk seviyesi birlikte değerlendirilerek önem derecesi bazlı katmanlı azaltma yöntemlerinin devreye alınmasıyla yürütülür.

Önerdiğimiz LLM-HRM modelinde, kullanılan azaltma yöntemlerinin maliyeti, halüsinasyonun yol açabileceği potansiyel zararın maliyetini aşmamalıdır.

Tablo 5. LLM-HRM Çerçevesi

Severity Düzeyi	Azaltma Teknikleri
5 – Critical	Prompt Engineering → RAG → Self-Consistency → İnsan Onayı
4 – High	Prompt Engineering → RAG → Self-Consistency
3 – Medium	Prompt Engineering → RAG
2 – Low	Prompt Engineering
1 – Info	LLM

LLM-HRM çerçevesinin halüsinasyon oranlarını azaltmadaki etkisini değerlendirmek amacıyla deneyler GPT-5 modeli üzerinde gerçekleştirilmiştir. Modelin dış kaynaklara erişimini engellemek için web arama özelliği devre dışı bırakılmış, yanıtların yalnızca modelin kendi eğitim bilgisinden üretilmesi sağlanmıştır.
Toplam 200 farklı siber güvenlik odaklı soru hazırlanmıştır. Bu sorular CVE açıklamaları, MITRE ATT&CK teknikleri, ISO/IEC 27001 kontrolleri, şifreleme yöntemleri, komut satırı sorguları, sayı ve birim dönüşümleri ile SOC analiz süreçlerini kapsamaktadır. Her soru, dört aşamalı kontrol süreci kapsamında değerlendirilmiştir :

1. Yalın LLM
2. Prompt Engineering (PE)
3. Prompt + RAG (Retrieval-Augmented Generation)
4. Prompt + RAG + Self-Consistency (SC)

Her aşamadaki yanıtlar uzman değerlendirmesine tabi tutulmuş ve aşağıdaki ölçütlere göre sınıflandırılmıştır:

- **Doğru Cevap :** Yanıt teknik olarak hatasız ve doğrulanabilir nitelikte olması durumu.

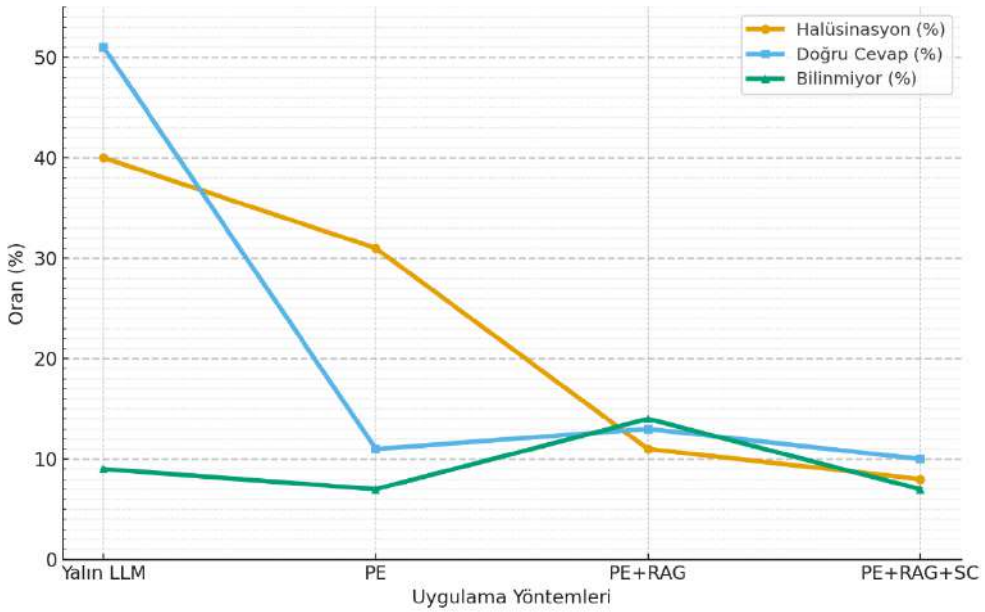
- **Halüsinasyon:** Yanıtın gerçek verilerle uyuşmayan veya uydurma bilgiler içeren nitelikte olması durumu.
- **Bilinmiyor:** Modelin "bilmiyorum" ifadesiyle yanıt vermesi durumu.

Her aşamada yalnızca bir önceki aşamada halüsinasyon içeren veya 'Bilinmiyor' yanıtı veren sorgular bir sonraki aşamaya girdi olarak aktarılmıştır. Çalışmanın amacı, yöntemlerin bireysel performansını ölçmekten ziyade LLM-HRM çerçevesinin kademeli etkisini ortaya koymaktır. Bu sınıflandırmaya göre elde edilen sonuçlar Tablo 6'da özetlenmiştir. Oranlar, toplam 200 soru üzerinden normalize edilmiştir.

Tablo 6. LLM-HRM Çerçevesi Test Sonuçları

Severity	Uygulama Yöntemi	Halüsinasyon Adet(Oran)	Doğru Cevap Adet(Oran)	"Bilinmiyor" Yanıtı
1	Yalın LLM	80(%40)	102(%51)	18(%9)
2	Prompt Engineering	62(%31)	22(%11)	14(%7)
3	Prompt Engineering + RAG	22(%11)	26(%13)	28(%14)
4	Prompt Engineering + RAG + Self-Consistency	16(%8)	20(%10)	14(%7)

Test sürecinde modelin bazı teknik işlemlerde hatalı sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir. RAG aşamasında birden fazla veri getirildiğinde modelin bazen doğru bilgiye erişebilse dahi "Bilinmiyor" yanıtı döndürdüğü, buna karşılık Self-Consistency aşamasında aynı verileri yeniden değerlendirdiğinde doğru cevabı bulabildiği tespit edilmiştir. Bu gözlem, modelin bazı durumlarda bilgiyi hızlı ve yüzeysel işlediğini, ancak Self-Consistency yönteminin bu hataları önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Yapılan test sürecinde katmanlı azaltma yaklaşımlarının yanıt performansına etkisi aşağıdaki grafikte gösterilmektedir.



Şekil 1. LLM-HRM Test Bulguları

Elde edilen bulgular, LLM-HRM çerçevesinin kademeli kontrol katmanlarıyla halüsinasyon oranlarını anlamlı biçimde azalttığını göstermektedir. Yalın LLM aşamasında %40 olarak gözlemlenen halüsinasyon oranı, Prompt Engineering, RAG ve Self-Consistency adımlarının sırayla devreye alınmasıyla %8 seviyesine kadar düşürülmüştür.

Bu düşüş, önerilen modelin yalnızca halüsinasyon oranını azaltmasıyla kalmayıp, aynı zamanda risk yönetimi prensiplerine uygun biçimde halüsinasyon–maliyet (bkz. Tablo 3.) dengesini koruyacak şekilde tasarlandığını ortaya koymaktadır. Bu veriler, LLM-HRM çerçevesinin siber güvenlik alanında büyük dil modellerinin kullanımını daha güvenilir hale getirdiğini göstermektedir.

3.SONUÇ

Çalışmamız büyük dil modellerinin siber güvenlik operasyonlarında halüsinasyon riskini azaltmayı hedefleyen LLM-HRM (Hallucination Risk Management) çerçevesini önermektedir. Elde edilen bulgular, bu katmanlı yapının halüsinasyon oranlarını anlamlı ölçüde azalttığını , Yalın LLM aşamasında %40 olarak gözlemlenen halüsinasyon oranının Prompt Engineering, RAG ve Self-Consistency yöntemlerinin sırasıyla uygulanması sonucunda %8 seviyesine düşürüldüğünü göstermektedir.

LLM-HRM çerçevesi her olayın önem derecesine göre uygun azaltma tekniklerinin devreye alınmasını sağlayarak, siber güvenlik operasyonlarında halüsinasyon-maliyet dengesini korumaktadır. Böylelikle yüksek önem derecesine sahip olaylarda daha fazla azaltma tekniği kullanılırken, düşük önem derecesine sahip olaylarda kaynak kullanımı ve hız önceliklendirilmektedir.

Çalışmamız SOC operasyonlarına doğrudan katkı sağlamaktadır. Yanlış pozitif (F/P) alarm bildirimlerinin azalması, ekibe duyulan güvende artışa yol açmaktadır. Ayrıca düşük önem derecesine sahip olaylarda daha sınırlı azaltma tekniklerin uygulanması, yanıt sürelerinin(SLA – Service Level Agreement) uzamasını engelleyerek operasyona katkı sağlamaktadır. Literatürde halüsinasyonların risk yönetimi perspektifiyle ele alınmasına ilişkin çalışmalar sınırlı olduğundan, çalışmamız bu açıdan özgün bir katkı sunmaktadır.

Çalışmamız sonucunda, büyük dil modellerinin halüsinasyon içeren yanıt üretme eğilimleri tamamen ortadan kaldırılamasa da, önem derecesine bağlı olarak farklı azaltma yöntemleri kullanılarak riskin, kurumun risk iştahına bağlı olarak yönetilebileceği gözlemlenmektedir.

Gelecekteki çalışmalarda farklı modellerin karşılaştırmalı testlerinin yapılması önerilmektedir. Ayrıca insan onayı mekanizmasının sürece kontrol katmanı olarak dahil edilmesiyle modelin güvenilirliğinin daha da artırılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Özdemir B. .“Siber Tehdit İstihbaratında Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi”.Savunma ve Güvenlik Araştırmaları Dergisi.1(1): 75-96 . 2024

[2] Zhang, J., Bu, H., Wen, H., Liu, Y., Fei, H., Xi, R., Li, L., Yang, Y., Zhu, H., & Meng, D. (2025). When LLMs meet cybersecurity: A systematic literature review. Cybersecurity, 2 (1). https://doi.org/10.1186/s42400-025-00361-w

[3] Ferrag, M. A., Alwahedi, F., Battah, A., Cherif, B., Mechri, A., Tihanyi, N., Bisztray, T., & Debbah, M. (2025). Generative AI in cybersecurity: A comprehensive review of LLM applications and vulnerabilities. Internet of Things

and Cyber–Physical Systems, 5, 100123. https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2025.01.001

[4] Huang, L., Yu, W., Ma, W., Zhong, W., Feng, Z., Wang, H., Chen, Q., Peng, W., Feng, X., Qin, B., & Liu, T. (2024). A Survey on Hallucination in Large Language Models: Principles, Taxonomy, Challenges, and Open Questions. ACM Transactions on Information Systems, 1(1), Article 1 (January 2024), 58 pages. https://doi.org/10.1145/3703155

[5] Cleti, M., & Jano, P. (2024, October). Hallucinations in LLMs: Types, Causes, and Approaches for Enhanced Reliability [Preprint]. ResearchGate. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12184.61445

[6] Li, J., Chen, J., Ren, R., Cheng, X., Zhao, W. X., Nie, J.-Y., & Wen, J.-R. (2024). The dawn after the dark: An empirical study on factuality hallucination in large language models. In Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Long Papers) (pp. 10879–10899). Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.18653/v1/2024.acl-long.586

[7] Stanford Unıversity.“Artificial Intelligence Index Report 2025“.2025

[8] Abdullah, B. F., Nugroho, Y. S., Reid, B., Kula, R. G., Shimari, K. & Matsumoto, K. (2025) Using LLMs for Security Advisory Investigations: How Far Are We? arXiv preprint arXiv:2506.13161v1. Available at: https://arxiv.org/abs/2506.13161v1 (Accessed: 27 July 2025).

[9] Oniagbi, O. (2024). Evaluation of LLM Agents for the SOC Tier 1 Analyst Triage Process [Master’s thesis, University of Turku, Faculty of Technology, Department of Computing]. University of Turku Repository.

[10] Shen, M., Umar, M., Maeng, K., Suh, G. E., & Gupta, U. (2024). Towards understanding systems trade-offs in retrieval-augmented generation model inference. arXiv. https://arxiv.org/abs/2412.11854

[11] Kumar, A., Kim, H., Nathani, J. S., & Roy, N. (2025). Improving the reliability of LLMs: Combining Chain-of-Thought reasoning and Retrieval-Augmented Generation. arXiv preprint arXiv:2505.09031. https://arxiv.org/abs/2505.09031

[12] Cheng, Y., Zhao, Y., Zhu, J., Liu, Y., Sun, X., & Li, X. (2025). Human cognition inspired RAG with knowledge graph for complex problem solving (CogGRAG). arXiv. https://arxiv.org/abs/2503.06567

[13] Stanford Unıversity.“Artificial Intelligence Index Report 2024“.2024

MUTFAKTAKİ İÇECEK DEMLEME ve HAZIRLAMA ALETLERİNDEKİ DAMLATMA PROBLEMİ VE İNCELENMESİ

A STUDY ON DRIPPING ISSUES in HOUSEHOLD BEVERAGE BREWING and PREPARATION TOOLS

Batuhan GÖÇEN
Korkmaz Mutfak Eşyaları San. Tic. A.Ş. A-Ge Merkezi

ÖZET

Mutfaklarda çaydanlık, kahve cezvesi ve su ısıtıcısı gibi demleme ve içecek hazırlama gereçlerinin kullanımı, özellikle çay ve kahve kültürünün yoğun olduğu toplumlarda gündelik yaşamın ayrılmaz bir parçasıdır. Ancak, bu gereçlerin tasarımındaki en yaygın ve can sıkıcı sorunlardan biri, sıvıların doldurulması veya boşaltılması sırasında meydana gelen istenmeyen damlama, sızdırma ve dökülmelerdir. Literatürde "Çaydanlık Etkisi" olarak adlandırılan bu olgu, sadece ürün israfına ve kirlenmeye yol açmakla kalmaz, aynı zamanda sıcak sıvılarla yanma riski oluşturarak ciddi bir güvenlik tehlikesi de teşkil eder. Bu çalışma, Türkçe literatürde yeterince incelenmemiş olan bu sorunu; akışkanlar mekaniği, malzeme bilimi, ergonomi ve mühendislik tasarımı disiplinlerini bir araya getirerek ele almayı amaçlamaktadır. Bu çalışma kapsamında Google Akademik, WIPO (World Intellectual Property Organization) ve Türk Patent veri tabanları taranarak, "çaydanlık etkisi", "emzik ergonomisi" ve "damlama önleyici tasarım" gibi anahtar kelimelerle akademik makaleler, tezler ve patentler incelenmiştir. Elde edilen bulgular, çaydanlık etkisinin temel olarak sıvının düşük akış hızlarında, ileri momentumu ile kılcal yapışma kuvveti arasındaki dengesizlikten kaynaklandığını göstermektedir. Sorunun çözümü için dört temel alan öne çıkmaktadır: 1) Emzik Geometrisi: Sıvının yüzeye yapışmasını engellemek için emzik dudağının keskin (optimum ≈0.48 mm), ince ve aşağı doğru kıvrımlı olması kritik bir tasarım parametresidir. 2) Malzeme Bilimi: Yüzeyin ıslanabilirliği temel bir faktördür; süperhidrofobik kaplamalar, kılcal yapışmayı minimize ederek düşük akış hızlarında dahi damlamayı kesin olarak önleyebilmektedir. 3) Ergonomi: Kullanıcıların dökülme endişesiyle yavaş dökme eğilimi, ironik bir şekilde sorunu tetikleyebilmektedir; bu nedenle sap tasarımı ve ağırlık merkezinin optimizasyonu kontrollü akışı stabilize eder. 4) Üretim: Kaynak ve montaj adımlarındaki geometrik tolerans sapmaları damlama riskini artırabilmektedir. Sonuç olarak, "çaydanlık etkisi"nin önlenmesi, keskin kenarlı geometrik optimizasyon, hidrofobik yüzey mühendisliği ve kullanıcı odaklı ergonomik tasarımların birleştirildiği bütünsel ve hibrit bir mühendislik yaklaşımı gerektirmektedir.

Anahtar Kelimeler: çaydanlık etkisi, emzik ergonomisi, mutfak aletlerinde damlatma, çaydanlık, cezve

ABSTRACT

The use of brewing and beverage preparation appliances in kitchens, such as teapots, coffee pots (cezves), and kettles, is an integral part of daily life, particularly in societies with a strong tea and coffee culture. However, one of the most common and vexing problems in the design of these utensils is the undesirable dripping, leaking, and spilling that occurs while pouring liquids. This phenomenon, known in the literature as the "teapot effect" not only leads to product waste and spillage but also poses a significant safety hazard due to the risk of burns from hot liquids. The purpose of this review study is to investigate this problem which is considered inadequately addressed, particularly in the Turkish literature through a multidisciplinary approach encompassing fluid mechanics, material science, ergonomics, and engineering design. In this study, academic articles, theses, and patents were identified by searching Google Scholar, WIPO, and Turkish Patent databases using keywords such as "teapot

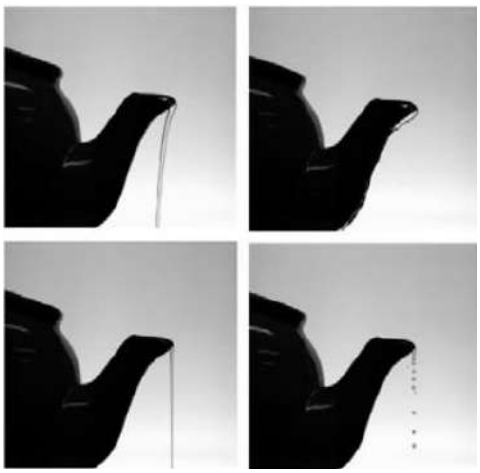
effect", "spout ergonomics" and "anti-drip design." The findings indicate that the teapot effect primarily stems from an imbalance between the fluids forward momentum and the capillary adhesion force, particularly at low flow rates. Four key areas have been identified for resolving this issue: 1) Spout Geometry: A critical design parameter is the spout lip, which must be sharp (optimum ≈0.48 mm), thin, and curved downward to prevent liquid from adhering to the surface. 2) Material Science: Surface wettability is a fundamental factor; superhydrophobic coatings can definitively prevent dripping, even at low flow rates, by minimizing capillary adhesion. 3) Ergonomics: Users' tendency to pour slowly due to fear of spillage can ironically exacerbate the problem; thus, handle design and optimization of the center of gravity are crucial for stabilizing controlled pouring. 4) Manufacturing: Deviations in geometric tolerances during welding and assembly processes can increase the risk of dripping. In conclusion, preventing the "teapot effect" necessitates a holistic and hybrid engineering approach that integrates sharp-edged geometric optimization, hydrophobic surface engineering, and user-centric ergonomic design.

Key words: teapot effect, spout ergonomics, dripping in kitchen appliances, teapot, coffee pot

GİRİŞ

Günümüzde sıcak olarak tüketilen kahve, çay, süt [1], [2] gibi içeceklerin hazırlanmasında çaydanlık, çay ve kahve makineleri, kahve cezvesi gibi mutfak araç-gereçleri kullanılmaktadır [3], [4]. Çay ve kahve kültürü, birçok toplumun gündelik yaşamında merkezi bir yer tutar [5], [6]. Bu durum Türk kültüründe yoğun şekilde görülmektedir. Buna kanıt olarak Türk halkının %90'ı her gün çay tüketmektedir [7], [8], [9]. Bunun yanında Türk kahvesi tüketimi de önemle yerini almaktadır [10], [11], [12], [13]. Türkiye'de kahve tüketimi de çaydan sonra 2. sırada en çok tüketilen içecek olarak karşımıza çıkmaktadır [14], [15]. Türkiye'de neredeyse tüm evlerde çaydanlık, çay ve kahve makinesi, kahve cezvesi kullanılmaktadır [3], [16], [17], [18].

Bu kültürün önemli bir parçası olan çaydanlık, cezve ve su ısıtıcısı gibi gereçler, sadece estetik ve kültürel bir değer taşımakla kalmaz, aynı zamanda temelde bir işlevsellik sunar [19]. İçecek tüketimi ve kullanılan cihazların çokluğu ergonomi ve tasarımı etkilemektedir. Kullanıcılar, hazırladıkları içecekleri kaplarından dökerken damlama veya dökülme olmadan aktarmak isterler. Ancak bu gereçlerin tasarımındaki en yaygın ve can sıkıcı sorunlardan biri sıvının emzik kenarından damlamasıdır. Damlama olayı cezve, kahve/süt kapları, çaydanlıklarda dökme esnasında sıvının beklenmeyen şekilde dışarı damlaması ve sıvının (su, çay, kahve gibi) dökme ağzından (emzik) hedeflenen şekilde akmamasıdır [20]. Şekil 1'de gösterildiği gibi, sıvıyı boşaltma esnasında istenmeyen sızıntı ve damlamalar hem ürünün boşa harcanmasına hem de mutfak ve kıyafetlerde kirlenmeye neden olur. Bu nedenle temizlik için su, temizlik ürünleri ve vakit harcanır.



Şekil 1 Çaydanlık etkisi olayı [21]

Bahsi geçen sorun incelendiğinde istenmeyen damlama, sızdırma, dökülme olayları hem can sıkıcı bir temizlik sorunu yaratır hem de sıcak sıvılarla yanma riski oluşturarak ciddi bir güvenlik tehlikesi teşkil eder [22], [23]. Bu durum, literatürde yaygın olarak "çaydanlık etkisi" olarak adlandırılmaktadır [24], [25]. Çaydanlık etkisi olayı Şekil 1'de gösterilmektedir. Bu sorun, sadece geleneksel demliklerde değil, aynı zamanda içecek kutuları gibi modern ambalajlarda da gözlemlenmektedir [24]. Bu olayın yalnızca hızlı dökme durumlarında değil, aynı zamanda yavaş ve kontrollü dökme sırasında da gözlemlendiği bildirilmektedir [26]. ~~Bu durum genellikle~~Çaydanlık etkisi düşük akış hızlarında ortaya çıkar ve sıvı akışının keskin kenarlarda ayrılmamasıyla ilişkilidir [26], [27], [28]. Yapılan son çalışmalar, emzik kenar geometrisi, malzeme yüzeyi özellikleri ve akış hızı gibi değişkenlerin damlama/sızıntı davranışını etkilediğini göstermiştir [27], [29]. Bu etki, sıvı akışının karakteristiği ve mutfak eşyasının emzik geometrisi ve yüzey özellikleri arasındaki karmaşık etkileşimden kaynaklanır [20]. Çaydanlık etkisi; atalet, kapiler kuvvet, viskozite ve malzemenin ıslanabilirliği gibi parametrelerin toplam etkisinden kaynaklanır [29]. Literatür ve endüstriyel kaynaklar emzik geometrisine dayalı damlama önleyici çözümlere ilişkin deneysel veriler sunmaktadır [30], [31].

Çaydanlık etkisi ilk olarak 1956'da Markus Reiner tarafından deneysel olarak incelenmiş ve rapor edilmiştir [21], [23]. Bu fenomen, çaydanlık tipi kaplardan yavaş akıtma durumunda sıvının emzikten kopamayıp emziğin dış yüzeyine yapışarak akması halidir. Genellikle düşük akış hızlarında ortaya çıkar ve sıvı akışının keskin kenarlardan ayrılmamasıyla ilişkilidir [26], [32], [28]. Reiner, bu etkinin sanıldığı gibi yüzey gerilimi veya yüzeyin sıvıya yapışması (adhezyon) gibi basit nedenlerden kaynaklanmadığını göstermiştir [23]. Reiner, bunun yerine, sıvı akışındaki girdapların dönüş kinetik enerjisi aracılığıyla sıvının katı duvara doğru itildiği bir mekanizma öne sürmüştür [24], [23]. Daha sonra Joseph B. Keller (1957) tarafından yapılan potansiyel akış analizi, sıvının emziğin alt dudağı etrafında dönmesinin, akış kenarında hızın yükselmesiyle basıncın düşmesine neden olan Bernoulli etkisinden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Bu durum, akışın kenar boyunca dönmesine neden olan bir basınç farkı yaratmaktadır [24], [20], [33], [34]. Bu konudaki modern ve daha kapsamlı yaklaşıma göre, çaydanlık etkisi; atalet, kılcallık, yer çekimi, viskozite ve malzemenin ıslanabilirliği gibi parametrelerin bir bileşiminden kaynaklanmaktadır [21], [29].

Akıtma sorununun temel nedeni, sıvının ileri momentumu ile kılcal yapışma kuvveti arasındaki dengedir [20]. Sıvı emzikten dökülürken, katı yüzeye temas eden sıvı molekülleri, kılcal yapışma kuvveti ve viskoz kuvvet nedeniyle yavaşlar [20]. Eğer sıvının ileri momentumu yeterince güçlü değilse (yani düşük akış hızında), yüzeye yapışan sıvı, ileri doğru akan sıvıyı da kendisine çeker ve Şekil 2'de gösterildiği üzere çaydanlık etkisi meydana gelir [20].

Şekil 2 Türk kahvesi cezvesinde çaydanlık etkisinin görülmesi

Yapılan son çalışmalar, Şekil 2'deki farklı emzik tiplerinde de görüldüğü üzere emziğin kenar geometrisi, malzeme yüzeyi özellikleri ve akış hızı gibi değişkenlerin damlama/sızıntı davranışını etkilediğini göstermiştir [32], [29]. Akış hızı ile emzik ucu profilinin etkileşimi, dökme sonrasında bir "ince akıntı" hattı oluşup oluşmayacağını belirler [35], [36]. Bu fenomen, sadece çaydanlıklar için değil, cezve tipi kaplar için de önemlidir; çünkü özellikle küçük hacimlerde dökme açısı, hız ve emzik geometrisindeki değişiklikler çaydanlık etkisini artırabilir [35], [36]. Çaydanlık etkisi olayını belirleyen en baskın faktörün, emzik yüzeyinin ıslanabilirlik özelliği olduğu ileri sürülmektedir [20], [24]. Sıvı hızı da kritik bir faktördür; yüksek akış hızı, sıvının ataletinin yapışma kuvvetine galip gelmesini sağlayarak sıvının yüzeyden ayrılmasını ve düzgün akmasını sağlar [20].

Fiziksel etkenlerin yanı sıra, kullanıcının cihazla etkileşimi de dökme kalitesini belirleyen önemli bir faktördür. Ergonomik açıdan yetersiz bir tasarım, kullanıcının dökme işlemini hassas bir şekilde kontrol etmesini engeller [22], [30]. Ergonomik sorunlar, kullanıcılar üzerinde psikolojik baskı yaratabilmektedir. Dökülme endişesi, kullanıcının tereddüt etmesine ve sıvıyı çok yavaş dökmesine neden olabilir; bu da ironik bir şekilde, demlik etkisi oluşması için gerekli olan düşük akış hızını yaratarak sorunu daha da kötüleştirir [19]. Buradan yola çıkarak kullanıcı geri bildirimleri ve Ar-Ge araştırmaları kapsamında bahsi geçen tüm sorunlar incelenmiştir. Türkçe literatürde, istenmeyen damlama, dökülme ve çaydanlık etkisi olayları üstüne yeterince çalışılmadığı, mutfak eşyaları sektöründe de tasarım ve ergonomi çalışmalarında da eksiklik olduğu görülmüştür. Türkçe literatüre tasarım, ergonomi ve mühendislik alanlarında bakış açısı ve çözüm önerileri sunması amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Genel anlamda mutfak eşyalarının göze hitap etmesi öncelikli olmaktadır. Estetik algı çoğu zaman kullanım ergonomisinin önüne geçmiştir. Bu makale kapsamında ergonomi ve işlevselliğe verilen önemin artırılması amaçlanmıştır. Son olarak istenmeyen dökülme ve damlama olaylarını ortadan kaldıran daha ergonomik ürünlerin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır.

ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Veri Tabanları:

WIPO, Türk Patent, Google Akademik veri tabanları çeşitli anahtar kelimeler ile taranmıştır.

Arama Stratejisi

Bu çalışmanın motivasyonunu kullanıcı geri bildirimleri ve Ar-Ge testleri oluşturmuştur. Bunların yanında akademik literatürden makale bildiri, tez, rapor, patent ve faydalı modellerden toplanan bilgiler makalenin kaynağını oluşturmaktadır. Çaydanlık, çay makinesi, kahve makinesi, kahve cezvesi, sütlük gibi mutfak eşyaları bazında, dökülme ve damlama olayları üzerine anahtar kelimeler türetilmiş ve veri tabanlarında hem Türkçe hem de İngilizce aramalar yapılmıştır. Anahtar kelimeler: Türkiye'de çay ve kahve tüketimi, dünyada kahve&çay tüketimi, mutfak eşyalarında damlama ve dökülme olayı, demleme araç gereçlerinde dökülme ve damlama olayı, çaydanlık etkisi, kahve cezvelerinde çaydanlık etkisi, çaydanlık etkisinin akışkanlar mekaniği, dökülme ve damlama olayının akışkanlar mekaniği, çaydanlık ve cezvelerde akışkanlar mekaniği, çaydanlık etkisinin gözlemlenmesi, çaydanlık etkisinin önlenmesi, çaydanlık etkisini kaldıran tasarımlar, damlama ve dökülme önleyici emzik tasarımları, emzikte akışkanlar mekaniği, emzikte çaydanlık etkisi, emzik ergonomisi, damlatmayan emzik ergonomisi, çaydanlık, cezve, sütlük ergonomisi, çaydanlık, cezve, sütlük emziği ergonomisi, mutfak eşyalarında dökülme ergonomisi, mutfak eşyalarında ergonomik tasarımlar.

Dahil Etme Kriterleri

Literatür taramasında, konunun ilk tespitinden günümüze kadar olan tüm kaynaklar incelenmiştir. Tüm dünya çapındaki literatür taranmış ve çoğunlukla yabancı dillerdeki kaynaklardan faydalanılmıştır. Çaydanlık etkisi, tamamen ev tipi mutfak eşyaları kapsamında incelenmiştir.

Dışlama Kriterleri

Genel anlamda çay, kahve, süt tüketimi ve çaydanlık, çay makinesi, kahve makinesi, kahve cezvesi, sütlük gibi mutfak eşyalarında dökülme ve damlama olayı dışında kalan kaynaklar inceleme ve yazımın dışında tutulmuştur.

Çalışma Seçim Süreci

Öncelikle anahtar kelimelerden bulunan kaynaklar toplandı. Toplanan literatürün anahtar kelimeleri ve özetleri incelendi. Sonrasında özetler incelendi ve ilgisiz olanlar elendi. Kalan makalelerin tam metinleri okundu ve dahil etme kriterlerine uymayanlar elendi. Seçimden sonra elde edilen kaynaklar ile makale oluşturuldu.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kistler & Scriven'ın detaylı analizi, çaydanlık etkisinin üç temel mekanizmadan kaynaklandığını ortaya koyar: hidrodinamik kuvvetlerle sıvı akışının sapması, temas açısı histerezisi ve saf hidrodinamik histerezise yol açan çoklu kararlı durumlardır [34].

Emzik tasarımında işlevsellik ve fayda öncelikli olduğunda, bu unsur büyük önem taşır [37]. Akıtma sorunu, emziğin açısı, şekli, uzunluğu ve çıkış şekli gibi çeşitli parametrelerle yakından ilişkilidir [37]**.** Örneğin bazı damlatmayan şişe tasarımlarında, sıvının şişe duvarına yapışmasını önlemek için boyun boyunca dairesel oluklar açılmaktadır [24].

Tayvan'daki çay demleme deneyimini inceleyen bir araştırma, altı temel tasarım gereksinimi arasında, sıcak suyun bardağa düzgün bir şekilde dökülmesini kolaylaştıran ergonomik tasarımların önem sıralamasında ikinci sırada yer aldığını göstermiştir [19]. Bu durum akıtma

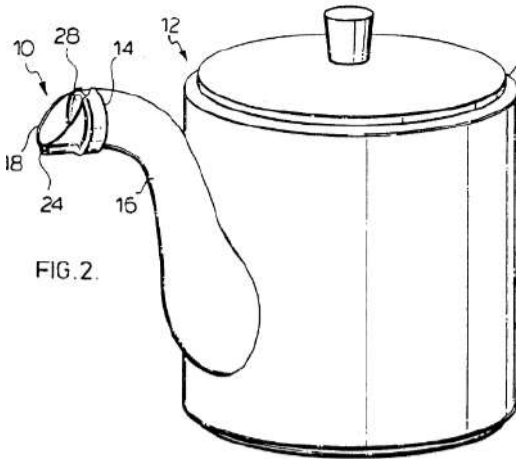
sorununu azaltacak tasarım çözümlerine olan ihtiyacı vurgular. Ayrıca, çaydanlıklar veya cezveler için kısa emzikler [30], kap doluyken uzun emziklere göre dökme işlemi için daha uygun bulunmuştur [30].

Emziğin mikroskobik geometrik çözünürlüğü, yani kenar yuvarlaklığı veya keskinliği, akışın ayrılması üzerinde kritik bir rol oynar [21], [38], [39]. Emziklerin alt dudağının keskin olması, sıvının alt yüzeye yapışmasını engelleyen kritik bir tasarım özelliğidir [33]. Ayrıca, emziğin alt dudağının aşağıya doğru kıvrılmış olması, damlamayı önlemek için önemlidir [37], [38], [39]. Akışın kenara yapışmasını engeller ve temas çizgisinin keskin köşede kalmasını sağlar [34]. Emziğin çıkış açısının çok küçük olması ise, damlama ve sızıntıya neden olabilir. Genel olarak, çıkış açısının yaklaşık 40 derece civarında olması önerilir [37].

Diğer bir yöntem olan sıvının yüksek hızda dökülmesi, ileri atalet kuvvetini kılcal yapışma kuvvetine göre dominant hale getirdiği için çaydanlık etkisini azaltır veya tamamen ortadan kaldırır [20], [34]. Ancak, hızlı devirme yöntemi günlük kullanımda her zaman mümkün veya pratik olmayabilir. Bu konuda geometri tek başına yeterli olmadığında, malzeme bilimi kesin bir çözüm sunabilir.
Yüzeyin hidrofilikliği veya hidrofobisi konusu, damlama üzerinde büyük bir etkiye sahiptir [20], [24], [25]. Demlik etkisinin temel nedeni kapiler yapışma olduğundan, bu yapışmayı ortadan kaldırmak sorunu kökten çözmektedir [20]. Hidrofilik yüzeyler, kılcal yapışma kuvvetleri sayesinde sıvıyı yüzeye tutar [20]. Özellikle, kutu içecek kaplarında, yüzeyde oluşan terleme (yoğuşma), yüzeyin ıslanabilirliğini artırarak (etkili temas açısını düşürerek) akıtma eğilimini artırır [38], [24]. Süperhidrofobik kaplamalar: Akıtma sorununu önlemenin en etkili yolu, süperhidrofobik yüzeyler kullanmaktır [20], [25]. Bu tür yüzeyler, sıvı ile katı arasındaki kılcal yapışma kuvvetini büyük ölçüde azalttığı için, sıvı çok düşük hızlarda bile yüzeye yapışmadan akar [20], [25]. Emzik alt yüzeyinin hidrofobik bir maddeyle kaplanmasının, sıvının geçiş hızını düşürerek istenen akışın daha düşük dökme hızlarında bile kararlı kalmasına olanak tanıdığını gösterilmiştir [33], [34], [38].
Doldurma ve dökme esnasında kullanılan tutuş açısı, ağırlık merkezinin aktarımı, tutuş ergonomisi emzik hizalaması ile birlikte düşünüldüğünde, sızıntı riskini etkiler [30]. Ergonomi literatürü; dökme işleminin kinematiğini, tutuş biçimlerinin kol-bilek pozisyonuna etkisini ve uygun emzik/tutacak (sap) kombinasyonlarının kullanıcı kontrollü akışı nasıl stabilize ettiğini çalışmıştır. Örneğin kaz boyunlu kettle'lar, yavaş ve kontrollü akış sağlayarak damlamayı azaltmak için özel olarak tasarlanır [30], [40]. Sap türünde eğimli, dik, veya kavisli sapların kullanımı hem kaldırma hem akıtma anında farklı açı ve momentler yaratabilir; bu da emzik hizasını etkileyip sızıntı profiline katkı yapabilir [30].

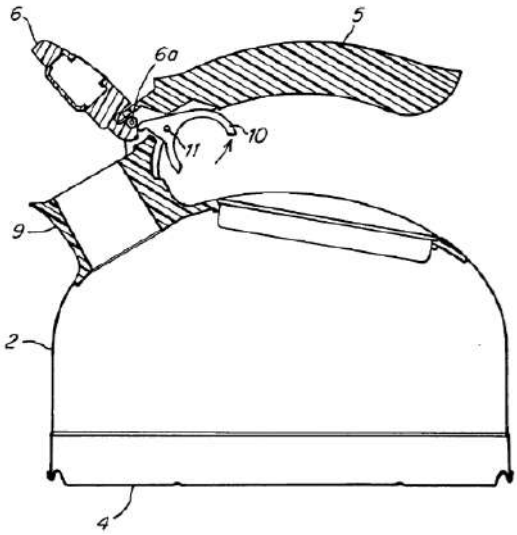
Patent ve Teknik Çözümler

Bazı patentlerde, akıtma sırasında dışarı buhar veya sıvı akışını kontrol etmek üzere emzikte açılır kapanır kanatçık gibi mekanizmalar önerilmiştir [41]. Bulunan örnekler ise sırasıyla açıklanmıştır.
US5169040A numaralı patentte Emzik yüzeyine V şeklinde bir kanal açılarak ve ince/keskin bir uç kenar bırakılarak dökme sonrası son damlanın kanalda tutulması ve dış yüzeye akmasının engellenmesi fikri benimsenmiştir [42]. Şekil 3'te gösterildiği üzere tasarım oluşturulmuştur.



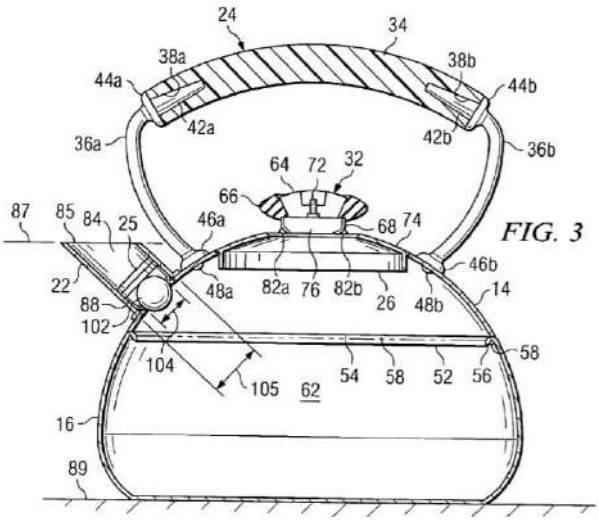
Şekil 3 V şekil kanallı emzik tipi [42]

US7303100B2 numaralı patentte, Şekil 4'te gösterildiği gibi emzik ağzını kapatan hareketli kapak bulunmaktadır. Kapak ve emzik yapısı kapanma güvenilirliğini arttırarak dökme riskini azaltmayı hedeflemektedir [43].



Şekil 4 Kapaklı kısa emzik tipi

US20040188468A1 numaralı patentte emzik içindeki bilye düzeni ile tam akış kontrolü sağlanması Şekil 5'te gösterilmiştir. Dökme kontrolü ve geri sızıntı önleme amaçlı bu tasarım gerçekleştirilmiştir [44].



Şekil 5 Bilyeli, düz kesim emzik yapılanması [44]

Emzik / Ağızlık Tasarım İlkeleri

Emziğin uzunluğu, eğim açısı, dudak kesme profili ve uca eklenen küçük çıkıntılar/oluklar damlamayı kontrol etmede ana parametrelerdir. "Damlatma karşıtı" pazarlamalı ticari ürünlerde (çaydanlık, cezve, kettle benzeri) emzik ucunda özel ağız tasarımları görülebilir. Tasarımcılar genellikle keskin ince kenar bir dudak kullanarak akışın dış yüzeye doğru sürüklenmesini azaltır. Bu tasarım yöntemi ticari örneklerde sıkça görülmektedir [45], [46], [47].

İmalatın Rolü: Toleranslar, Kaynak ve Montaj

Mutfak eşyalarının üretimindeki sac metal işlemleri, kaynak, bükme ve montaj adımları emzik konumunu, kapak oturma düzlemini ve yuva geometrisini etkileyebilir. Kaynak sonrası oluşan eğrilik, çapaklanma veya uygunsuz emzik montajı damlama riskini artırır. Bu nedenle üretimde geometrik tolerans kontrolü, kaynak sonrası düzeltme ve montaj sırasında otomatik ölçüm adımları önerilmektedir [48].

SONUÇ

Elde edilen bulgularda emzik ergonomisi konusunun çok disiplinli bir yaklaşım (geometrik optimizasyon + üretim tolerans kontrolü + malzeme mühendisliği + kullanıcı ergonomisi) gerektirdiği anlaşılmaktadır. Bu çalışma, çaydanlık, kahve cezvesi ve benzeri sıvı dökme amaçlı mutfak gereçlerinde karşılaşılan çaydanlık etkisi önlenmesine yönelik tasarımsal ve malzeme temelli yaklaşımları incelemiştir. Elde edilen bulgular, damlamasız dökme performansının esasen emzik geometrisi, malzeme özellikleri ve yüzey ıslanabilirliği parametrelerinin bir bileşimiyle belirlendiğini göstermektedir. Bulgular, damlatma yapmayan optimum emzik tasarımı için kritik geometrik parametrelerin; emzik dudak kalınlığı için ≈0.25–0.5 mm, optimum ≈0.48 mm aralığında, kanal uzunluğu ≈6.4–12.7 mm ve kanal iç genişliğinin yaklaşık ≈2.38 mm olması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu boyutlar, özellikle su gibi düşük viskoziteli (1 cP) sıvılar için en uygun performansı sağlamakta; daha yüksek viskoziteli akışkanlarda (süt, kahve benzeri) ise yeniden optimizasyon gerekmektedir. Mutfak eşyalarının üretim sürecinde hassas CNC işleme veya lazer kesim, 304/316 paslanmaz çelik kullanımı ve Rz ≤ 10 µm yüzey pürüzlülüğü hedefi, kenar keskinliğinin korunması ve akışın düzgünlüğü açısından önerilmektedir. Malzeme bilimi açısından, yüzey ıslanabilirliğinin kontrolü, çaydanlık etkisinin önlenmesinde tamamlayıcı bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Süperhidrofobik kaplamalar düşük akış hızlarında dahi damlamayı tamamen ortadan kaldırmaktadır. Bu bulgu, klasik

geometrik yaklaşımların yanında yüzey mühendisliği çözümlerinin de dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.
Damlamasız dökme için önerilen bütünsel strateji şu şekilde özetlenebilir:
1) Emzik dudağı keskinliği: Dökme kenarı mümkün olduğunca ince ve keskin olmalıdır.
2) Yüzey özellikleri: Hidrofobik kaplamalar ve pürüzsüz yüzey işleme teknikleri kullanılmalıdır.
3) Ergonomik tutuş: Sap ve ağırlık merkezi, sabit eğim açısı sağlayacak biçimde optimize edilmelidir.
4) Akış kontrolü: Ürün tasarımında ideal dökme hızı–açı kombinasyonları deneysel olarak belirlenmelidir.
Sonuç olarak, bu derleme, "demlik etkisi"nin tesadüfi bir sorun olmadığını, aksine akışkanlar dinamiği, malzeme bilimi ve hassas mühendislik ilkelerinin birleşimiyle aşılabileceğini göstermektedir. Gelecekteki tasarımların, keskin kenarlı geometrileri gelişmiş yüzey kaplamalarıyla birleştiren hibrit çözümlere odaklanması, bu yaygın soruna kalıcı ve etkili bir çözüm getirme potansiyeline sahip olacaktır.

KAYNAKÇA

[1] E. M. KAHRAMAN, «Süt ve Süt Ürünleri Üretim ve Tüketimi,» ZİRAAT MÜHENDİSLİĞİ, no. 359, pp. 1-5, 2012.
[2] E. ONURLUBAŞ ve H. ÇAKIRLAR, «Tüketicilerin Süt ve Süt Ürünleri Tüketimini Etkileyen FaktörlerinBelirlenmesi Üzerine Bir Araştırma,» Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, cilt 7, no. 1, pp. 217-242, 2016.
[3] N. Özgür, «Türk Kahvesi Standartları ve Pişirme Ekipmanları Teknik Analizi,» 2023.
[4] gzt, «gzt,» 7 10 2023. [Çevrimiçi]. Available: https://www.gzt.com/amphtml/z-raporu/turkiyede-kahve-tuketimi-artti-en-cok-evde-iciliyor-makine-kullanimi-yayginlasti-3774077. [Erişildi: 2025].
[5] A. AĞUŞ, E. KOCAGÖZ ve M. ASLAN, «TÜKETİCİLERİN ÇAY VE KAHVE TÜKETİM ALIŞKANLIKLARI ÜZERİNE BİR İNCELEME,» %1 içinde Online International Conference on Empirical Economics and Social Sciences, 2021.
[6] K. Li, «Design of Regional Characteristic Teapot Based on KE Model,» World Scientific Research Journal , cilt 8, no. 9, pp. 160-172, 2022.
[7] T. Süren ve M. Kızıleli, «Geleneksel Türk İçecekleri,» AHBVÜ Turizm Fakültesi Dergisi, cilt 1, no. 24, pp. 46-71, 2021.
[8] S. Güneş, «Türk Çay Kültürü ve Ürünleri,» Milli Folklor, no. 93, pp. 234-251, 2012.
[9] G. Aykaç, M. B. Uzun ve G. Özçelikay, «SOSYAL YÖNÜYLE ÇAY “CAMELLIA SINENSIS”,» Lokman Hekim Journal, cilt 4, no. 1, pp. 1-5, 2013.
[10] A. Örnek, «Kahve ve Türkiye’de Kahve Kültürü,» %1 içinde Gastronomi Alanında Tematik Araştırmalar I, cilt 1, Çizgi kitabevi, 2022, p. 38.
[11] A. Tan ve E. Hocaoğlu, «Türkiye' de Hazır Kahve Satın Alma ve Tüketim Alışkanlıkları.,» Gaziantep University Journal of Social Sciences, cilt 16, no. 4, p. 950, 2017.
[12] F. YÜKSEL, M. GORAL, Ü. KEMENT ve Ç. GÜNER, «Türkiye’de Kahveye Yüklenen Anlam ve Kahve Tüketim Alışkanlıkları,» ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, cilt 12, no. 3, pp. 1967-1996, 2022.
[13] O. Yildirim ve O. B. Karaca , «The consumption of tea and coffee in Turkey and emerging new trends,» Journal of Ethnic Foods, cilt 9, no. 8, pp. 1-11, 2022.
[14] A. TELLİ DANIŞ, «ÜÇÜNCÜ DALGA KAHVE AKIMININ TÜKETİCİLERİN KAHVE TÜKETİM ALIŞKANLIKLARI ÜZERİNE ETKİSİ,» The Journal of Kesit Academy, cilt 7, no. 27, pp. 441-452, 2021.

[15] İ. AYAR ve H. TARAKCI, «Kahve Dükkanında Türk Kahvesi: Tüketici Tutumları Üzerine Bir Araştırma,» Türk Turizm Araştırmaları Dergisi, cilt 5, no. 2, pp. 1070-1087, 2021.
[16] G. Bayramova, Türk Kahvesi Pişirme Yöntemleri ve Tarihsel Gelişiminin Ürün Tasarımı Bağlamında İncelenmesi, T.C Marmara Üniversitesi , 2019, pp. 1-108.
[17] S. BULDUK ve T. SÜREN, «TÜRK MUTFAK KÜLTÜRÜNDE KAHVE,» 299-309.

[18] DHA, «DHA,» 29 3 2024. [Çevrimiçi]. Available: https://www.dha.com.tr/ekonomi/tuketicilerin-kahve-tercihi-degisiyor-2413007. [Erişildi: 2025].
[19] S. F. Liu, J. F. Chang, Y. T. Hsiao ve C. H. Wu, «Smart Tea Utensil Design for Improving Beginners' Tea,» Sustainability, no. 15, pp. 1-27, 2023.
[20] A. Kibar, «Investigation of the Teapot Effect,» ACTA PHYSICA POLONICA A, cilt 1444, no. 1, pp. 26-34, 2023.
[21] B. Scheichl, R. Bowles ve G. Pasias, «Developed liquid film passing a smoothed and wedge-shaped trailing edge: small-scale analysis and the 'teapot effect' at large Reynolds numbers,» J. Fluid Mech, cilt 926, pp. 1-40, 2021.
[22] Y. A. Göksel, Kettle Design Proposal an ergonomic redesign, 2023.

[23] M. Reiner, «The teapot effect…a problem,» Physics Today, pp. 16-20, 1956.

[24] Y. Nishio, T. Ogawa, K. Niwa ve H. Chiba, «Experimental and numerical study on liquid pouring from a beverage can,» Journal of Food Engineering, pp. 1-12, 2021.
[25] C. Duez, C. Ybert, C. Clanet ve L. Bocquet, «Wetting Controls Separation of Inertial Flows from Solid Surfaces,» The American Physical Society, no. 104, pp. 1-4, 2010.
[26] J. Ouellette, «Dribble no more: Physics can help combat that pesky teapot effect,» 2019.

[27] J. Ouellette, «Physicists say they've finally solved the teapot effect for real this time,» 2021.

[28] L. Edwards, «Solving Teapot Effect,» 2009.

[29] E. Phiddian, «Why do teapots dribble?,» 2021.

[30] O. O. Okunribido ve C. M. Haslegrave, «Pouring liquid from a pot—kinematics of an everyday task,» Applied Ergonomics, no. 34, p. 355–373, 2003.
[31] Marian;, «rogerscorp,» 2025. [Çevrimiçi]. Available: https://www.rogerscorp.com/blog/2025/6-reasons-why-gaskets-fail-materials-and-environment. [Erişildi: 2025].
[32] J. Ouellette, «Physicists say they've finally solved the teapot effect for real this time,» 2021.

[33] J. B. Keller, «Teapot Effect,» Journal of Applied Physics, cilt 28, no. 8, pp. 859-864, 1957.

[34] S. F. Kistler ve L. E. Scriven, «The teapot effect: sheet-forming flows with deflection, wetting and hysteresis,» J. Fluid Mech., cilt 263, pp. 19-62, 1994.
[35] F. Beaumont, G. Liger-Belair ve G. Polidori, «Computational Fluid Dynamics (CFD) as a Tool for Investigating Self-Organized Ascending Bubble-Driven Flow Patterns in Champagne Glasses,» foods, cilt 9, no. 972, pp. 1-15, 2020.
[36] J. Yan, J. Wang, C. Lv ve S. Wang, «A CFD simulation method for nozzle droplet deposition characteristics and corresponding experimental validation,» Journal of Agricultural Engineering, cilt 1708, pp. 1-9, 2025.

[37] H. Ma, K. N. M. Halabi ve N. Li, «A Research on the Ceramic Tea Set Design Based on Ergonomics,» %1 içinde In Proceedings of the 3rd International Symposium on Water, Ecology and Environment, 2022.

[38] L. Edwards, «Solving Teapot Effect,» 2009.

[39] J. Ouellette, «Physicists say they've finally solved the teapot effect—for real this time,» 2021.

[40] R. Koch, «kochcoffee,» 2023. [Çevrimiçi]. Available: https://kochcoffee.com/blogs/coffee-news/perfecting-the-pour-over-with-a-goose-neck-kettle?srsltid=AfmBOoptyNlM_FqLkbcterGnxXNAG0s8JFaFU9L4JEtt550EgQPvPots.

[41] 冉蓓, «A method of manufacturing an electric kettle». Çin Patent: A47J27/21, 2021.

[42] L. A. Wiley, «Dripless spout having a V-shaped channel». U.S.A Patent: US5169040A, 1992.

[43] W. J. Palm, J. Wilson, J. Costello ve R. G. Groth, «Kettle having movable spout lid and actuator». U.S.A Patent: US7303100B2, 2004.

[44] S. Lebowitz, «Easy pour tea kettle». U.S.A Patent: US20040188468A1, 2003.

[45] Amazon Inc., «Amazon,» Amazon, 2025. [Çevrimiçi]. Available: https://www.amazon.com/Dualit-72955-Design-Kettle-Black/dp/B00UHKSRMG. [Erişildi: 2025].

[46] Breville Pty Limited, «breville,» 2025. [Çevrimiçi]. Available: https://c/sp0027297. [Erişildi: 2025].

[47] VIVA, «shopviva,» 2025. [Çevrimiçi]. Available: https://us.shopviva.com/products/thomas-teapot.

[48] A. Pannikottu, R. Samples ve S. J. Sadon, «Performance Prediction of Elastomeric Gasket Materials by Compression Stress Relaxation,» %1 içinde ASME 1998 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, 1998.

[49] . M. E. JORGENSON, P. B. SHELDON, J. A. SHERMAN ve P. S. WARDELL, «Electric kettle spout flap». U.S.A Patent: A47J27/21, 04 05 1976.

[50] C. C. Daniels, J. J. Oswald, M. B. Bastrzyk, I. Smith, P. H. Dunlap ve B. M. Steinetz, «Experimental Investigation of Elastomer Docking Seal Compression Set, Adhesion, and Leakage,» pp. 1-11, 2008.

[51] «globaloring,» 2025. [Çevrimiçi]. Available: https://www.globaloring.com/blog/set-stress-relaxation-and-rebound.

[52] A. E. Sauf, R. Calabria, F. Chiariello, A. Frassoldati, A. Cuoci, T. Faravelli ve P. Massoli, «An experimental and CFD modeling study of suspended droplets evaporation in buoyancy driven convection,» Chemical Engineering Journal, no. 375, pp. 1-15, 2019.

[53] L. W. Hols, «No drip pour spout». U.S.A Patent: US5467896A, 1994.

[54] D. K. Wheeler, W. H. Yuen ve J. McGaw, «Electric kettle with removable filter». U.S.A Patent: US5672274A, 1997.

[55] 金红心 ve 冯军利, «Electric heating kettle capable of preventing leak when being toppled». Çin Patent: CN202277228U, 2011.

[56] D. De Carvalho, «anti-drip spout for liquids of various viscosities». Portekiz Patent: BRPI0703809B1, 2007.

[57] 國章 陳 ve 國章 陳, «Kettle with anti-spill function». Japonya Patent: JP3208215U, 2015.

[58] P. M. Woodburn, «Non-drip pouring insert». U.S.A Patent: US3096899A, 1961.

[59] «perfectteapot.weebly.com/non-drip,» [Çevrimiçi]. Available: https://perfectteapot.weebly.com/non-drip.html. [Erişildi: 2025].

TÜRKİYE'DE TARIMSAL FAALİYETLERİN SOSYO-EKONOMİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: ÇANKIRI KIZILIRMAK ÖRNEĞİ

SOCIO-ECONOMIC EVALUATION OF AGRICULTURAL ACTIVITIES IN TURKIYE: CANKIRI KIZILIRMAK EXAMPLE

Bekir CENGIL

Assist.Prof. Dr. Cankiri Karatekin University, Food and Agriculture Vocational School, Cankiri, Türkiye

ÖZET

Bu çalışma, tarımsal faaliyetlerin bölgesel kalkınma ve sosyoekonomik yapı üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında tarımsal üretimin farklı alt sektörleri özellikle çeltik üretimi, kavun üretimi, sebzecilik ve bahçe tarımı ele alınmış; üretim desenleri ile gelir dağılımı, istihdam ve yaşam standartları arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Sosyoekonomik analizler, tarımsal üretim faaliyetlerinin sadece ekonomik değil, aynı zamanda sosyal refahın sürdürülebilirliğinde de önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Çalışmada, bölgesel kalkınmanın sağlanabilmesi için tarımsal verimliliği artırmaya, üretim çeşitliliğini desteklemeye ve çiftçilerin sosyal-ekonomik koşullarını iyileştirmeye yönelik politika önerilerine de yer verilmiştir.

Çalışmada Çankırı İli Kızılırmak ilçesi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Türkiye'nin Orta Anadolu bölgesinde yer alan Çankırı iline bağlı Kızılırmak ilçesi; Kızılırmak havzası içerisinde hem sulanabilir tarım arazileri hem de yakın gelecekte sulamaya açılacak alanlar ile önemli tarım potansiyeline sahiptir. Aynı zamanda ilçenin en önemli tarım alanları yaklaşık 400-450 metre rakıma sahip olup, Orta Kızılırmak Havzası içerisinde sıcaklık ortalaması en yüksek yerlerden biridir. Kızılırmak nehri bu bölümün ortasından geçmektedir. Araştırmada; verimli tarım arazilerinin yanında bahsedilen özelliklerinden dolayı önemli tarım potansiyeline sahip olan ilçede yerleşik tarımsal faaliyetlerde bulunan çitçileri tarımsal üretimden elde edilen gelir kaynaklarının sosyo-ekonomik etkileri incelenmiştir. Bulgular, tarımsal üretim faaliyetleri ve çeşitliliğin sadece ekonomik refah değil, aynı zamanda sosyal yaşam ve kırsal kalkınma üzerinde de önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çankırı Kızılırmak, tarımsal üretim, üretim çeşitliliği, sosyo-ekonomik analiz

ABSTRACT

This study aims to examine the impact of agricultural activities on regional development and the socioeconomic structure. Within the scope of the research, various sub-sectors of agricultural production particularly paddy cultivation, melon production, vegetable farming, and horticulture were analyzed to explore the relationships between production patterns and income distribution, employment, and living standards. Socioeconomic assessments reveal that agricultural production activities play a significant role not only in economic development but also in the sustainability of social welfare. The study also presents policy recommendations aimed at enhancing agricultural productivity, supporting production diversification, and improving the socio-economic conditions of farmers to promote balanced regional development.

The Kizilirmak district of Cankiri Province was selected as the study area. Located in the Central Anatolia region of Türkiye, the district lies within the Kizilirmak Basin and possesses considerable agricultural potential due to its irrigable farmlands and areas expected to be opened to irrigation in the near future. The district's primary agricultural lands are situated at an elevation of approximately 400–450 meters and are among the warmest areas within the Central Kizilirmak Basin. The Kizilirmak River passes directly through the central part of the district. In this research, the socioeconomic effects of income sources derived from agricultural production were examined among farmers residing in the district, which has significant agricultural potential due to its fertile lands and favorable climatic characteristics. The findings indicate that agricultural production and diversification play a crucial role not only in economic well-being but also in social life and rural development.

Keywords: Cankiri Kizilirmak, agricultural production, production diversification, socioeconomic analysis

1. GİRİŞ

Tarımsal faaliyetler, Türkiye ekonomisinin hem tarihsel hem de güncel bağlamda temel dinamiklerinden birini oluşturmaktadır. Nüfusun önemli bir kısmı hâlâ tarım sektörüne doğrudan ya da dolaylı biçimde bağlı olup, tarımsal üretim yalnızca ekonomik bir faaliyet alanı değil, aynı zamanda kırsal toplumun sosyal yapısını şekillendiren bir yaşam biçimidir. Bu nedenle, tarımsal faaliyetlerin sosyo-ekonomik açıdan değerlendirilmesi, sürdürülebilir kalkınma politikalarının oluşturulmasında kritik bir öneme sahiptir [1] [2] [3].

Bu çalışma, tarım sektörünün bölgesel kalkınmadaki rolünü, gelir dağılımına katkısını ve sosyal refah üzerindeki etkilerini bütüncül bir bakış açısıyla ele alarak mevcut literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Özellikle çeltik üretimi, kavun üretimi, sebzecilik ve bahçe tarımı gibi ürün grupları üzerinden yürütülen analizler, hem üretim çeşitliliğinin hem de bölgesel rekabet gücünün artırılması açısından yol gösterici niteliktedir. Bu yönüyle araştırma, hem mikro düzeyde (üretici ve aile çiftçiliği temelinde) hem de makro düzeyde (ulusal kalkınma ve gıda güvenliği bağlamında) çok boyutlu bir değerlendirme sunmaktadır [2] [4].

Çalışmanın bir diğer önemi, tarımsal üretimin sosyoekonomik göstergelerle ilişkilendirilerek ölçülmesidir. Bu yaklaşım, yalnızca üretim miktarları veya ekonomik verilerle sınırlı kalmayıp, çiftçilerin gelir düzeyleri, istihdam koşulları, pazar erişimi, kooperatifleşme eğilimleri ve yaşam kalitesi gibi sosyal boyutları da kapsamaktadır. Böylelikle elde edilen bulgular, tarımsal kalkınma politikalarının daha adil, verimli ve sürdürülebilir bir biçimde yeniden tasarlanmasına katkı sağlayacaktır [2] [5].

Bu çalışma; tarımsal faaliyetlerin ekonomik getirilerinin ötesine geçerek, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu bir kalkınma vizyonunun oluşturulmasına bilimsel zemin hazırlamaktadır. Elde edilecek sonuçlar, hem karar vericiler hem de tarım sektöründe faaliyet gösteren üretici gruplar için uygulanabilir politika önerileri geliştirilmesine katkı sunacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma Çankırı ili Kızılırmak ilçesinde yürütülmüştür. Çankırı ilinde sulanabilir tarım alanı varlığı 41.186 ha'dır. Sulanabilir alanlar, toplam tarım alanlarının yaklaşık olarak % 17,5'ni oluşturmaktadır [6]. Çankırı ilçeleri içerisinde en önemli tarım potansiyeline sahip olan Kızılırmak ilçesinin ekonomisi genel olarak tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır. Kızılırmak nehrinin suladığı ilçe verimli ve geniş tarım alanlarına sahiptir (Şekil 1). Son yapılan baraj ve göletler ile birlikte hem sulanabilir hem de yakın gelecekte sulamaya açılacak alanlar oldukça fazladır [7] [8].

Şekil 1. Çalışma alanın uydu görüntüsü [6]

Bu çalışmada, Çankırı ili Kızılırmak ilçesindeki tarımsal üretim faaliyetlerinin bölgesel kalkınma ve sosyo-ekonomik yapı üzerindeki etkilerini incelenmiştir. Kızılırmak Havzası'nın verimli toprakları, sulama olanakları ve tarıma elverişli iklim koşulları, ilçeyi Orta Anadolu'nun önemli üretim merkezlerinden biri haline getirmektedir [9]. Araştırmada özellikle çeltik üretimi, kavun yetiştiriciliği, sebzecilik ve alternatif bahçe tarımı gibi öne çıkan üretim desenleri değerlendirilmiş; tarımsal faaliyetlerin gelir düzeyi, istihdam, yaşam standartları ve kırsal kalkınma üzerindeki belirleyici etkileri analiz edilmiştir [10]. Bunun yanında büyükbaş hayvancılık ve modern üretim teknikleri gibi alternatif yöntemlerin bölge ekonomisine sağlayabileceği katkılar tartışılmıştır [11].

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Çankırı'nın Kızılırmak ilçesi, adını aldığı nehrin şekillendirdiği düz arazileri ve bölgenin en yüksek sıcaklık ortalamalarından birine sahip olmasıyla, tarımsal üretim için doğal bir avantaj sunmaktadır [9]. Özellikle sulanabilir arazilerin genişliği, ilçeyi yıllardır çeltik üretiminin önemli merkezlerinden biri haline getirmiştir [13]. Bununla birlikte son yıllarda sebzecilik, kavun yetiştiriciliği ve bahçe tarımı gibi yeni üretim alanlarının yaygınlaşması, ilçede dinamik ve çeşitlenmiş bir tarımsal yapı oluşmasına neden olmuştur [14]. Üretim desenindeki bu değişim, yalnızca ekonomik çıktılar açısından değil, aynı zamanda sosyal yapı ve yaşam standartları bakımından da belirleyici olmaktadır [15]. Bu nedenle ilçede tarımsal üretimin güncel durumunun ve sosyo-ekonomik etkilerinin bütüncül bir yaklaşımla incelenmesi önem taşımaktadır [11]. Üretim çeşitliliğinin hem ekonomik hem de sosyal refah açısından kritik bir rol oynadığı ve sürdürülebilir kalkınma için tarımsal çeşitliliğin desteklenmesi gerektiği görülmekedir [12].

3.1 Sosyo-Ekonomik Açıdan Değerlendirme

İlçede tarım, hem hane gelirlerinin önemli bir kısmını oluşturmakta hem de istihdamın temel kaynağını teşkil etmektedir [10]. Çiftçilerin üretimden elde ettikleri gelir, yıl içindeki iklim koşulları, sulama olanakları ve girdi maliyetleri gibi değişkenlere bağlı olarak dönemsel dalgalanmalar göstermekle birlikte çeltik üretimi genellikle en yüksek gelir sağlayan faaliyet olarak öne çıkmaktadır [13]. Bunun yanında kavun üretimi ve sebzecilik gibi faaliyetler, hem iç tüketim hem de pazarlama açısından talep gören ürünler olduğu için aile bütçesine ek bir katkı sağlamaktadır [14]. Üretimin çeşitlenmesi, çiftçilerin tek bir ürüne bağımlı kalmasını engelleyerek ekonomik kırılganlıklarını azaltmakta ve risk yönetimini kolaylaştırmaktadır [15].

Sosyo-ekonomik açıdan bakıldığında tarımsal gelirler, yalnızca ekonomik refahı değil, toplumsal yapıyı da şekillendirmektedir [16]. Gelir seviyesindeki artış, ailelerin eğitim, sağlık ve barınma gibi temel ihtiyaçlarını karşılamasında doğrudan etkili olmakta; ayrıca kırsal bölgeden kentlere yönelik göç eğilimini azaltmaktadır [11]. Buna karşılık girdi maliyetlerinin yükselmesi ve pazarlama altyapısındaki sınırlılıklar, çiftçilerin ekonomik istikrarını tehdit eden başlıca sorunlar arasında yer almaktadır [10]. Yine de üretim çeşitliliğinin artması ve modern tekniklerin benimsenmesi, çiftçilerin sosyo-ekonomik konumlarını güçlendirme potansiyeli taşımaktadır [17].

3.2 Tarımsal Üretimde Alternatifler

Kızılırmak ilçesi, mevcut üretim desenlerinin yanı sıra yeni üretim modellerine de elverişli yapısıyla dikkat çekmektedir [18]. Alternatif bahçe tarımı kapsamında ceviz, badem, üzüm ve dut gibi ürünler son yıllarda giderek daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır [14]. Bu ürünlerin uzun vadeli yatırım niteliği taşıması, çiftçilerin hem geleceğe yönelik gelir planlaması yapmasını hem de tarım alanlarının daha etkin kullanılmasını sağlamaktadır [18].

Hayvancılık potansiyeli, özellikle manda yetiştiriciliği ve manda ürünlerinin üretildiği mandıra gibi işletmeler alternatifler arasındadır. Bunun yanında büyükbaş hayvancılığın özellikle yem bitkisi üretimiyle desteklendiğinde çiftçilere önemli bir ek gelir kaynağı sunduğu görülmektedir [19]. Çeltik üretiminden arta kalan bitkisel atıkların yem olarak değerlendirilmesi, hayvancılık faaliyetlerinin maliyetlerini düşürmekte ve üretim döngüsünü

daha verimli bir hale getirmektedir [13]. Modern sulama teknolojileri, otomatik sulama sistemleri ve sensör tabanlı üretim uygulamaları ise su tasarrufu ve verim artışı sağlayarak hem küçük hem de büyük ölçekli üreticilere avantaj sunmaktadır [20]. Bu teknolojilerin özellikle genç çiftçiler tarafından hızla benimsenmesi, bölgede daha sürdürülebilir ve yenilikçi bir tarım anlayışının gelişmesine katkı sağlamaktadır [17].

4. TARTIŞMA

Kızılırmak ilçesinin tarımsal potansiyeli çeşitli avantajlara dayanmaktadır [9]. Verimli ve geniş tarım arazileri, sulama olanaklarının mevcut olması, iklim koşullarının birçok ürünün yetişmesine uygun bir yapı sunması ve bölge halkının tarımsal üretimde köklü bir bilgi birikimine sahip olması önemli fırsatlar yaratmaktadır [14]. Bununla birlikte girdi maliyetlerinin yüksekliği, pazarlama ve depolama altyapısındaki eksiklikler, iklim değişikliği kaynaklı belirsizlikler ve bazı modern üretim tekniklerine erişimde yaşanan güçlükler üretimin sürdürülebilirliği açısından dikkatle değerlendirilmesi gereken dezavantajlardır [15]. Ancak üretim çeşitliliğinin artması ve alternatif yöntemlerin yaygınlaşması bu dezavantajların etkisini azaltabilecek önemli bir potansiyel sunmaktadır [11].

5. SONUÇ

Çankırı Kızılırmak ilçesinin tarımsal üretim açısından yüksek bir potansiyele sahip olduğunu ve bu potansiyelin hem ekonomik hem de sosyal refah üzerinde belirleyici bir rol oynadığı görülmektedir [9]. Çeltik üretimi ilçenin lokomotif faaliyeti olsa da sebzecilik, kavun üretimi ve alternatif bahçe tarımı gibi farklı üretim alanlarının gelişmesi bölgenin tarımsal yapısının daha dengeli ve sürdürülebilir hale gelmesine katkı sağlamaktadır [14]. Alternatif büyükbaş hayvancılığın, modern sulama sistemlerinin ve teknolojik üretim yöntemlerinin uygulanabilirliği arttıkça çiftçilerin ekonomik kırılganlığının azalacağı ve kırsal kalkınmanın daha güçlü temellere oturacağı öngörülmektedir [18][19][20].

Kızılırmak ilçesi, sahip olduğu geniş tarım alanları ve yıllara dayanan üretim deneyimiyle bölgesel kalkınmanın önemli aktörlerinden biridir [9]. Ancak bu potansiyelin sürdürülebilir kalkınmaya dönüştürülebilmesi için üretim yapısının ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerinin doğru değerlendirilmesi gerekmektedir [16]. Bu çalışmada, ilçenin tarımsal potansiyeli çok boyutlu bir yaklaşımla ele alınarak, hem mevcut durumun bilimsel olarak analiz edilmesi hem de geleceğe yönelik alternatif üretim modelleri tartışılmıştır [17]. Özellikle üretim çeşitliliğinin kırsal yaşam üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmaların sınırlı olması, bu araştırmayı daha önemli hale getirmektedir [11]. Kızılırmak örneği üzerinden elde edilen bulgular, benzer tarımsal ve sosyo-ekonomik yapıya sahip bölgeler için de yol gösterici niteliktedir [15].

Sonuç olarak, Kızılırmak ilçesinin tarımsal yapısı, doğru planlama ve destek mekanizmalarıyla bölgesel kalkınmanın önemli itici güçlerinden biri haline gelebilir [16]. Üretim çeşitliliğinin teşvik edilmesi, çiftçiler için hem ekonomik güvence hem de sosyal refahı artıran bir unsur olarak değerlendirilmektedir [11].

KAYNAKÇA

[1] Kaya, D., Yalçın, F., Kırsal Kalkınmada Tarımın Sosyo-Ekonomik Etkileri: Türkiye Örneği, Uluslararası Tarım ve Kırsal Kalkınma Dergisi, c. 15, s. 2, ss. 85–98, 2022

[2] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Kırsal Kalkınma ve Tarımsal Politikalar Strateji Belgesi 2023–2027, Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları, 2023

[4] Özkan, M., Demir, G., Tarım Sektörünün Sosyal Refah Üzerindeki Rolü: Bölgesel Bir Analiz, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, c. 23, s. 1, ss. 45–60, 2023

[3] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Tarımsal Yapı ve İstihdam Verileri 2024, Ankara: TÜİK Yayınları, 2024

[5] Arslan, Z., Sürdürülebilir Tarım Politikaları ve Ekonomik Kalkınma Arasındaki İlişki, Tarım Ekonomisi Dergisi, c. 35, s. 3, ss. 210–225, 2023

[6] Google Haritalar, Erişim tarihi: Aralık 2025

[7] Cengil, B., Assessment of Farmers' Knowledge and Awareness Levels Regardıng Irrıgatıon in The Kızılırmak Dıstrıct of Çankırı Provınce, 5. Internatıonal Harran Congress on Scıentıfıc Research December 8-10, Şanlıurfa, TÜRKİYE, 2023

[8] Ece, A., Güler, S., Kızılırmak'ta (Çankırı) İkici Ürün Olarak Kullanılabilecek Alternatif Sebze Türlerinin Belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (01), 2017

[9] Çankırı İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Çankırı ili tarımsal üretim istatistikleri raporu, 2023

[10] Aydın, C., Tanrıvermiş, H., Türkiye'de Tarımsal Üretim Yapısı ve Kırsal Alanlarda Sosyo-Ekonomik Dönüşüm, 2017

[11] Eraktan, G., Kırsal Kalkınmada Üretim Çeşitliliğinin Rolü, 2019

[12] Yılmaz, H., Demir, İ., Tarımsal Faaliyetlerin Aile Ekonomisi Üzerindeki Etkileri. 2018

[13] Demirtaş, M. E., Kılıç, O., Çeltik Üretiminde Maliyet ve Verimlilik Analizi, 2020

[14] Gül, A., & Kan, M., Türkiye'de Sebze ve Meyve Üretiminin Ekonomik Boyutu, 2021

[15] Özçelik, A., Alternatif Üretim Teknikleri ve Sürdürülebilirlik, 2020

[16] Kızılırmak Kaymakamlığı, Kızılırmak İlçesi Ekonomik ve Sosyal Durum Raporu, 2022

[17] TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2023

[18] Eraktan, G., Bahçe Tarımı ve Ekonomik Etkileri, 2019

[19] Koçtürk, O., Engindeniz, S., Tarımda Modern Hayvancılık Modelleri, 2018

[20] Tanrıvermiş, H., Türkiye'de Modern Sulama Teknikleri, 2020

TARIMDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ: STANDARTLAR VE UYGULAMALAR

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN AGRICULTURE: STANDARDS AND PRACTICES

Bekir CENGIL

Assist.Prof. Dr. Cankiri Karatekin University, Food and Agriculture Vocational School, Cankiri, Türkiye

ÖZET

Tarım sektörü, ekonomik ve toplumsal yaşamda stratejik bir rol üstlenmekte; gıda güvenliği, istihdam ve kırsal kalkınma açısından temel bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Ancak, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) bakımından en riskli sektörlerden biri de tarımdır. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan teknolojik alet ve makinelerin kullanımı tarımsal üretimin verimliliğini ve kalitesini artırmaktadır. Ancak bu alet ve makinelerin kullanımında insan faktörü göz ardı edilemez. Tarımsal üretim faaliyetlerinde meydana gelen iş kazaları; çalışan kişilerin iş güvenliğini etkilerken iş veriminin de azalmasına sebep olmaktadır.

Çalışma tarımda iş sağlığı ve güvenliği kavramını, uluslararası ve ulusal standartlar çerçevesinde ele almış; tarımsal işletmelerdeki uygulamalar ve karşılaşılan sorunlar analiz edilmiştir. Çalışmada, literatür taraması yöntemi kullanılmış, ulusal ve uluslararası raporlar, akademik yayınlar ve resmi istatistikler incelenmiştir. Bulgular, tarım sektöründe iş kazalarının büyük ölçüde traktör devrilmeleri, pestisit maruziyeti, ergonomik problemler ve biyolojik risklerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Ayrıca küçük ölçekli işletmelerin iş güvenliği yatırımlarında ciddi kısıtlar yaşadığı, mevsimlik işçilerin en savunmasız grup olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, tarımda iş sağlığı ve güvenliği kültürünün geliştirilmesi için eğitim, denetim, teknoloji kullanımı ve devlet desteklerinin artırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal faaliyet, iş sağlığı ve güvenliği, tarımsal işletme, iş kazası

ABSTRACT

The agricultural sector plays a strategic role in economic and social life, standing out as a fundamental component in terms of food security, employment, and rural development. However, agriculture is also among the most hazardous sectors with respect to occupational health and safety (OHS). The use of technological tools and machinery in agricultural activities increases the efficiency and quality of production, yet the human factor remains an indispensable component. Occupational accidents occurring during agricultural production not only endanger workers' safety but also reduce overall productivity.

This study examines the concept of occupational health and safety in agriculture within the framework of national and international standards, and analyzes the practices and challenges observed in agricultural enterprises. A literature review methodology was employed; national and international reports, academic publications, and official statistics were systematically examined. Findings reveal that the majority of occupational accidents in the agricultural sector arise from tractor rollovers, pesticide exposure, ergonomic problems, and biological hazards. It was also determined that small-scale farms face significant limitations regarding safety investments, and that seasonal agricultural workers constitute the most vulnerable

group. The study concludes that improving the occupational health and safety culture in agriculture requires reinforcing training programs, inspections, technological applications, and state-supported initiatives.

Keywords: Agricultural activity, occupational health and safety, agricultural enterprises, occupational accidents

1. GİRİŞ

1.1 Tarımın Önemi

Tarım, insanlık tarihinin başlangıcından bu yana medeniyetlerin doğuşunu ve gelişimini şekillendiren en temel üretim faaliyeti olarak kabul edilmektedir. İlk yerleşik toplulukların ortaya çıkışı, bitkilerin ve hayvanların evcilleştirilmesi, sulama tekniklerinin geliştirilmesi gibi dönüm noktaları, tarımı yalnızca bir üretim biçimi olmaktan çıkarıp uygarlıkların ilerlemesinin lokomotifi haline getirmiştir. Günümüzde de tarım, yalnızca gıda temini açısından değil; kırsal kalkınmanın sağlanması, istihdam yaratılması, biyolojik çeşitliliğin korunması ve ekonomik sürdürülebilirliğin güvence altına alınması bakımından stratejik bir sektördür.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, dünya genelinde yaklaşık 1,3 milyar insan doğrudan tarım sektöründe istihdam edilmektedir [2]. Bu rakam, tarımı küresel istihdamın en büyük alanlarından biri haline getirmektedir. Türkiye özelinde bakıldığında ise nüfusun yaklaşık %17'si tarımsal faaliyetlerden gelir elde etmekte, tarım sektörü hem ekonomik hem de sosyal boyutuyla toplumsal yaşamda hayati bir işlev üstlenmektedir [5]. Tarım aynı zamanda, kırsal bölgelerde göçü önleyen, aile işletmelerinin varlığını sürdüren ve kültürel geleneklerin aktarılmasına aracılık eden bir sektördür [6]. Bu çerçevede tarım, yalnızca ekonomik bir faaliyet değil, aynı zamanda toplumsal dayanışma ve sürdürülebilir kalkınma için de vazgeçilmez bir unsur olarak görülmelidir.

1.2 Tarımda İş Sağlığı ve Güvenliği Sorunu

Tarımsal üretim, toplumsal refahın ve gıda güvenliğinin vazgeçilmez koşulu olmakla birlikte, iş sağlığı ve güvenliği bakımından en yüksek riskleri barındıran sektörlerden biri olma özelliğini korumaktadır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre tarım, iş kazaları ve meslek hastalıklarının sıklıkla görüldüğü ve çalışanların ciddi şekilde etkilendiği alanların başında gelmektedir [1][11]. Tarımsal faaliyetler doğaları gereği açık alanda, değişken iklim koşullarında, yoğun bedensel emek ve makine kullanımına dayalı olarak yürütülmekte; bu durum işçilerin çeşitli fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ergonomik risklerle karşı karşıya kalmasına yol açmaktadır.

En sık rastlanan tehlikeler arasında traktör devrilmeleri, biçerdöver ve diğer tarım makineleriyle yaşanan kazalar, kimyasal zehirlenmeler, pestisitlerin yanlış kullanımı, hayvansal hastalıkların insana bulaşması ve uzun süreli ağır iş yükünün neden olduğu kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları yer almaktadır. Özellikle mevsimlik tarım işçilerinin maruz kaldığı güvencesiz çalışma koşulları, barınma ve hijyen yetersizlikleri, sektördeki riskleri daha da derinleştirmektedir.

Türkiye'de Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistikleri, tarım sektöründe her yıl yüzlerce ölümlü ve yaralanmalı iş kazasının yaşandığını açıkça ortaya koymaktadır [5]. Üstelik bu rakamlar çoğu zaman kayıt dışı istihdam ve bildirim eksikliği nedeniyle gerçeğin altında

kalmaktadır. Dolayısıyla, mevcut durum yalnızca bireysel kazaların ötesinde, yapısal bir iş sağlığı ve güvenliği sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu bağlamda, tarımda iş sağlığı ve güvenliği önlemleri yalnızca yasal bir yükümlülük olarak değil, aynı zamanda etik bir sorumluluk ve ekonomik bir gereklilik olarak ele alınmalıdır. Çalışan sağlığını korumak, tarımsal üretimde sürekliliği sağlamak ve toplumsal refahı güvence altına almak açısından İSG uygulamalarının etkinliği büyük önem taşımaktadır. Güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamının tesis edilmesi, yalnızca işçi haklarını korumakla kalmaz; aynı zamanda üretim verimliliğini artırır, kırsal kalkınmayı destekler ve sürdürülebilir tarım hedeflerine ulaşılmasına katkı sunar.

2. LİTERATÜR VE STANDARTLAR

2.1 Uluslararası Standartlar

2.1.1 ILO Sözleşmeleri

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), tarımda iş sağlığı ve güvenliği konusunu doğrudan düzenleyen ilk uluslararası kuruluşlardan biridir. Özellikle ILO 184 No'lu Tarımda İş Sağlığı ve Güvenliği Sözleşmesi (2001), tarımsal faaliyetlerde çalışan işçilerin korunmasına yönelik kapsamlı düzenlemeler getirmiştir [1]. Bu sözleşmede:

- İşverenlerin, tarım işçilerinin maruz kaldığı riskleri değerlendirmesi,
- Çalışanlara ücretsiz olarak kişisel koruyucu ekipman sağlanması,
- Pestisit, gübre ve diğer tehlikeli kimyasalların güvenli depolanması ve etiketlenmesi,
- Traktör ve tarım makinelerinde koruyucu donanımın zorunlu hale getirilmesi,
- Genç işçilerin (özellikle 18 yaş altı) tehlikeli tarımsal faaliyetlerde çalıştırılmasının yasaklanması,
  gibi kritik hükümler yer almaktadır.

Buna ek olarak, ILO 155 No'lu İş Sağlığı ve Güvenliği Sözleşmesi de tüm sektörlerde olduğu gibi tarım için de genel çerçeveyi çizmektedir [7]. Bu sözleşme, devletlerin ulusal düzeyde İSG politikaları geliştirmesini ve işyerlerinde risk yönetimi mekanizmaları kurmasını öngörmektedir.

ILO sözleşmeleri, bağlayıcı olabilmesi için ülkelerin onaylaması gereken belgeler olduğundan, her ülkenin iç hukukuna ne ölçüde yansıdığı farklılık göstermektedir. Türkiye, bazı ILO sözleşmelerine taraf olsa da ILO 184 henüz onaylanmamıştır. Bu da uluslararası normların tarımda eksiksiz uygulanmasının önünde bir engel teşkil etmektedir.

2.1.2 FAO Kılavuzları

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), tarımda iş sağlığı ve güvenliği bağlamında özellikle pestisitlerin güvenli kullanımı ve çevresel sürdürülebilirlik konularında rehberler hazırlamaktadır. FAO'nun yayınladığı "International Code of Conduct on Pesticide Management" (Pestisit Yönetimi Uluslararası Davranış Kuralları), ülkelerin pestisit üretimi, dağıtımı, depolaması, etiketlenmesi ve kullanımı konularında uyması gereken standartları detaylandırmaktadır [2].

FAO kılavuzları ayrıca:

- Tarım işçilerinin pestisit uygulamalarında mutlaka maske, eldiven, koruyucu giysi gibi ekipman kullanmasını,
- İlaçlamadan sonra boş ambalajların çevreye zarar vermeyecek şekilde imha edilmesini,
- Çocuk işçiliğinin tarımda ortadan kaldırılmasını,
- Küçük ölçekli çiftçilerin güvenli üretim teknikleri konusunda eğitilmesini, vurgulamaktadır.

FAO standartları hukuki bağlayıcılığı olmayan "rehber niteliğinde" düzenlemeler olmakla birlikte, pek çok ülkenin tarımsal üretim ve ilaçlama politikalarına yön vermektedir.

2.1.3 Avrupa Birliği Direktifleri

Avrupa Birliği (AB), iş sağlığı ve güvenliği konusunda dünyanın en kapsamlı düzenleme mekanizmalarından birine sahiptir [3][8]. Tarım sektörü için geçerli olan başlıca AB direktifleri şunlardır:

- Makine Direktifi (2006/42/EC): Tarım makinelerinin (traktör, biçerdöver, ilaçlama makineleri vb.) CE işaretine sahip olmasını ve güvenlik testlerinden geçmesini zorunlu kılar.
- Kimyasal Maddeler Direktifi (REACH): Çalışanların pestisitler, gübreler ve diğer kimyasallara karşı korunmasını hedefler. Kimyasal maddelerin kaydını, değerlendirilmesini ve güvenli kullanımını düzenler.
- Çalışma Süreleri Direktifi (2003/88/EC): Tarım işçilerinin günlük ve haftalık çalışma sürelerinin sınırlandırılmasını, dinlenme aralarının verilmesini sağlar.
- Kişisel Koruyucu Donanım Direktifi (89/656/EEC): İşverenlerin çalışanlara uygun koruyucu donanım sağlamasını zorunlu hale getirir.

AB standartlarının en önemli özelliği, bağlayıcı olmasıdır. Birliğe üye ülkeler, bu direktifleri kendi ulusal hukuk sistemlerine entegre etmekle yükümlüdür. Bu sayede tarım işçilerinin güvenliği tüm Avrupa'da ortak bir tabana oturtulmuştur.

2.2 Ulusal Standartlar (Türkiye Örneği)

2.2.1 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu

Türkiye'de tarımda İSG'yi doğrudan düzenleyen temel yasal çerçeve, 20 Haziran 2012 tarihli ve 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'dur [4]. Bu kanun, tarım dahil tüm sektörlerde işverenlerin ve çalışanların sorumluluklarını belirler. Kanuna göre işverenler:

- İşyerinde risk değerlendirmesi yapmak,
- İşçilere İSG eğitimi vermek,
- Kişisel koruyucu donanımı ücretsiz sağlamak,

- İş kazası ve meslek hastalıklarını kayıt altına almak,
- Acil durum planları oluşturmak,
- İşyeri hekimi ve iş güvenliği uzmanı bulundurmak,

zorundadır.

Tarım sektöründe çoğunlukla aile işletmeleri ve mevsimlik işçiler çalıştığı için, bu kanunun sahada uygulanabilirliği sınırlı kalmaktadır.

2.2.2 Yönetmelikler ve Tebliğler

6331 Sayılı Kanun'u destekleyen birçok yönetmelik ve tebliğ bulunmaktadır. Bunlardan bazıları:

- Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği: İşçilerin kullandığı gözlük, eldiven, maske gibi ekipmanların standartlarını belirler.
- Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik: Tarım işçilerine yönelik temel eğitimlerin nasıl yapılacağını düzenler [10].
- Makine Emniyeti Yönetmeliği: Tarımsal üretimde kullanılan makinelerin güvenlik kriterlerini ortaya koyar.

2.2.3 Uygulamadaki Güçlükler

Her ne kadar Türkiye'de yasal çerçeve mevcut olsa da uygulamada çeşitli zorluklar yaşanmaktadır:

- Tarımda kayıt dışı istihdam oranı çok yüksektir. Bu da işçilerin İSG kapsamına girmemesine yol açmaktadır.
- Mevsimlik işçiler, çoğu zaman barınma ve hijyen koşullarından yoksun şekilde çalışmaktadır.
- Küçük işletmelerin finansal kaynakları sınırlıdır; bu nedenle koruyucu donanım veya eğitim maliyetlerini karşılamakta zorlanmaktadırlar.
- Denetim mekanizmaları kırsal bölgelerde sınırlı kalmakta, iş kazalarının çoğu resmi kayıtlara yansımamaktadır.

3. YÖNTEM

3.1 Araştırma Modeli

Bu çalışma, tarımda iş sağlığı ve güvenliği alanındaki mevcut durumu anlamak, uluslararası ve ulusal standartları incelemek ve tarımsal işletmelerdeki uygulamaları karşılaştırmalı olarak değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır. Araştırma modeli olarak nitel araştırma yöntemleri benimsenmiş olup, özellikle literatür taraması yaklaşımı tercih edilmiştir. Literatür taraması, belirli bir konu hakkında daha önce yapılmış akademik çalışmalar, uluslararası kuruluş raporları, resmi istatistikler ve yasal belgelerin sistematik biçimde incelenmesine

dayanmaktadır. Bu yöntem, tarım gibi geniş ve çok boyutlu bir alanın farklı açılardan ele alınabilmesine olanak sağlamaktadır.

Çalışma aynı zamanda karşılaştırmalı analiz mantığıyla da yürütülmüştür. Uluslararası standartlar (ILO, FAO, AB direktifleri) ile Türkiye'deki ulusal standartlar (6331 sayılı kanun, yönetmelikler, SGK istatistikleri) karşılaştırılmış; aradaki benzerlikler, farklılıklar ve uygulamadaki zorluklar ortaya konmuştur.

3.2 Veri Toplama Süreci

Veri toplama süreci, ikincil kaynakların sistematik olarak incelenmesine dayanmaktadır. Kaynaklar üç ana başlık altında sınıflandırılmıştır:

1. Uluslararası Kuruluş Raporları:
    - ILO'nun 184 No'lu Tarımda İş Sağlığı ve Güvenliği Sözleşmesi ve diğer ilgili belgeleri [1].
    - FAO'nun pestisit yönetimi ve gıda güvenliği ile ilgili kılavuzları [2].
    - Avrupa Birliği'nin makine güvenliği, kimyasal güvenlik ve çalışma koşullarına ilişkin direktifleri [3].
2. Ulusal Kaynaklar:
    - 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve ilgili yönetmelikler [4].
    - Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistik yıllıkları (iş kazaları, meslek hastalıkları, tarım sektörüne dair veriler) [5][9].
    - Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın hazırladığı resmi raporlar.
3. Bilimsel Literatür:
    - Türkiye'de ve dünyada tarımda iş sağlığı ve güvenliği üzerine yayımlanmış akademik makaleler, tezler ve bildiriler [6].
    - Tarımsal işletmelerde yapılan vaka analizleri, saha araştırmaları ve istatistiksel çalışmalar.

Bu kaynakların seçimi sırasında güvenilirlik, güncellik ve akademik geçerlilik kriterleri göz önünde bulundurulmuştur. Özellikle son on yıl içerisinde yayımlanmış çalışmalara öncelik verilmiş, ancak tarihsel perspektif kazandırmak amacıyla daha eski ancak alanda referans kabul edilen kaynaklara da yer verilmiştir.

3.3 Veri Analizi

Toplanan veriler, içerik analizi yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. İçerik analizi, metinler arasındaki ortak temaların, farklılıkların ve eğilimlerin ortaya çıkarılmasını sağlayan bir yöntemdir. Bu çerçevede veriler şu başlıklar altında incelenmiştir:

- Tarım sektöründe öne çıkan risk faktörleri (fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik).

- Uygulanan iş sağlığı ve güvenliği önlemleri (eğitim, denetim, teknolojik yenilikler).
- Uluslararası ve ulusal standartların karşılaştırılması.
- Tarımsal işletmelerin ölçeklerine göre farklılaşan uygulamaları (küçük işletmeler, büyük işletmeler, mevsimlik işçiler).

Bu analiz sürecinde karşılaştırmalı değerlendirme tekniği kullanılmış, farklı kaynaklardan elde edilen veriler birbiriyle ilişkilendirilerek anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır.

3.4 Etik Hususlar

Çalışma ikincil verilere dayandığından, doğrudan insan katılımcılarla yapılan bir saha araştırması söz konusu değildir. Ancak kullanılan tüm kaynaklara atıf yapılmış, akademik dürüstlük ilkelerine riayet edilmiştir. Veri setlerinin güvenilirliği açısından yalnızca saygın uluslararası kuruluşların raporları ve hakemli dergilerde yayımlanmış makaleler tercih edilmiştir.

3.5 Araştırmanın Sınırlılıkları

Her bilimsel çalışmada olduğu gibi bu araştırmanın da bazı sınırlılıkları bulunmaktadır:

- Çalışma yalnızca ikincil verilere dayanmaktadır; bu nedenle sahadaki güncel uygulamalar doğrudan gözlemlenememiştir.
- Türkiye'de tarımda iş kazaları ve meslek hastalıklarına ilişkin resmi istatistikler eksik bildirim nedeniyle gerçek durumu tam olarak yansıtmayabilir.
- Mevsimlik işçiler ve kayıt dışı çalışanlar, resmi kayıtların dışında kaldığından bu çalışmada kullanılan sayısal veriler sınırlı bir bakış açısı sunmaktadır.
- Araştırma ağırlıklı olarak uluslararası ve ulusal raporların karşılaştırılmasına dayandığından, bölgesel farklılıklar (örneğin Akdeniz tarımı ile Karadeniz tarımı arasındaki farklar) ayrıntılı biçimde incelenememiştir.

4. BULGULAR

4.1 Tarımda Riskler

Tarım sektöründe çalışanların karşı karşıya kaldığı riskler çok boyutludur ve genellikle birbirini tetikleyen zincirleme etkiler şeklinde ortaya çıkar [6]. Yapılan literatür taraması, riskleri dört ana başlık altında toplamanın mümkün olduğunu göstermektedir: fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ergonomik [6].

4.1.1 Fiziksel Riskler

Tarımsal üretimde kullanılan makineler, çalışanların en sık maruz kaldığı fiziksel risklerin başında gelmektedir. Özellikle traktör devrilmeleri, dünyada ve Türkiye'de en çok ölümle sonuçlanan tarım kazaları arasında yer almaktadır. Traktörün dengesiz zeminlerde kullanılması, aşırı yük taşınması veya güvenlik kabini (ROPS) bulunmaması kazaları kaçınılmaz hale getirmektedir. Ayrıca biçerdöver, çapa makineleri ve ilaçlama araçları da çalışanların ellerinde ve kollarında ciddi yaralanmalara yol açabilmektedir [1][5][6]. Fiziksel

riskler sadece makine kaynaklı değildir; uzun süre güneş altında çalışmak, ısı çarpması, güneş yanıkları, ani sıcaklık değişimleri gibi çevresel faktörler de tarım işçilerinin sağlığını ciddi biçimde etkilemektedir [6].

4.1.2 Kimyasal Riskler

Tarımsal üretimde kullanılan pestisitler, gübreler ve diğer kimyasal maddeler, işçilerin sağlığı açısından en tehlikeli unsurlardan biridir [2][5][6]. Pestisitlerin solunum yoluyla alınması, ciltle temas etmesi veya yanlış depolanması sonucu akut zehirlenmeler yaşanabilmektedir. Uzun vadede ise pestisitlere maruz kalan çalışanlarda kanser türleri, solunum yolu hastalıkları ve sinir sistemi bozuklukları görülebilmektedir. Gübrelerin yanlış kullanımı ise hem çalışan sağlığını hem de çevreyi olumsuz etkilemektedir. Özellikle küçük işletmelerde pestisitlerin bilinçsizce kullanılması, koruyucu ekipman eksikliği ve eğitim yetersizliği kimyasal risklerin boyutunu artırmaktadır [2][6].

4.1.3 Biyolojik Riskler

Tarımda çalışanlar, doğrudan doğa ve hayvanlarla iç içe oldukları için biyolojik risklere sıkça maruz kalmaktadır. Hayvancılıkla uğraşanlarda brusella, şarbon, tüberküloz gibi zoonotik hastalıklar yaygın olarak görülmektedir. Ayrıca tarla ve bahçelerde çalışan işçiler, böcek sokmaları, yılan ısırıkları ve kenelerin bulaştırdığı hastalıklar nedeniyle ciddi sağlık sorunları yaşamaktadır. Biyolojik riskler sadece hayvansal kaynaklı değildir; nemli ortamlarda küf, mantar ve bakterilere maruz kalmak da solunum yolu hastalıklarına neden olmaktadır [6].

4.1.4 Ergonomik Riskler

Tarım işçilerinin önemli bir kısmı uzun süreli bedensel zorlanma içeren işlerde çalışmaktadır. Eğilerek çapalama, uzun süre ayakta çalışma, ağır yük taşıma ve tekrarlayan hareketler, çalışanlarda bel fıtığı, kas yırtıkları, eklem rahatsızlıkları gibi kas-iskelet sistemi hastalıklarının yaygınlaşmasına yol açmaktadır [6]. Ayrıca mevsimlik işçilerin günlük çalışma süreleri çoğu zaman 10–12 saati bulmakta, bu da yorgunluk ve dikkat kaybı nedeniyle iş kazalarının artmasına sebep olmaktadır [5][6].

4.2 İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Uygulamaları

Tarımda iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları, risklerin boyutunu azaltmak açısından kritik bir rol oynamaktadır [1][3][4][6]. Ancak uygulamaların düzeyi, işletmenin ölçeğine, işverenin bilinç düzeyine ve devlet denetimlerinin etkinliğine bağlı olarak farklılık göstermektedir [6].

4.2.1 Risk Değerlendirmesi

İSG uygulamalarının temelini risk değerlendirmesi oluşturmaktadır. İşletmelerde potansiyel tehlikeler belirlenmekte, bu tehlikelerin doğuracağı sonuçlar analiz edilmekte ve önleyici tedbirler alınmaktadır [1][3][4]. Örneğin traktör kullanımında devrilme riskinin yüksek olduğu bölgelerde ROPS (Roll-Over Protective Structure) donanımı zorunlu hale getirilmekte, pestisit uygulamalarında ise yalnızca sertifikalı kullanıcıların çalışmasına izin verilmektedir [1][2][3][4].

4.2.2 Koruyucu Ekipman Kullanımı

Kişisel koruyucu donanımlar (KKD), tarımda iş güvenliği uygulamalarının en somut unsurlarından biridir. Maske, eldiven, gözlük, kulaklık, koruyucu giysi gibi ekipmanlar

işçilerin risklere karşı korunmasında önemli rol oynamaktadır [1][2][3][4]. Ancak yapılan araştırmalar, Türkiye'de tarım işçilerinin büyük kısmının KKD kullanmadığını, kullananların ise ekipmanları düzensiz ve yanlış şekilde kullandığını göstermektedir [6].

4.2.3 Eğitim ve Farkındalık

İSG'nin sürdürülebilirliği için eğitim ve farkındalık çalışmaları kritik öneme sahiptir. İşçilerin makine kullanımı, kimyasal depolama, ilk yardım ve acil durum prosedürleri konularında bilinçlendirilmesi, kazaların büyük oranda önlenmesini sağlamaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinde tarım işçilerine düzenli aralıklarla İSG eğitimi verilmesi zorunluyken, Türkiye'de bu uygulama sınırlı düzeyde kalmaktadır [3][4][6].

4.2.4 Acil Durum Planları

Tarım işletmelerinde olası kaza, yangın, zehirlenme veya doğal afet durumlarında uygulanacak acil durum planlarının hazırlanması gerekmektedir [4][6]. Büyük ölçekli işletmelerde bu planlar genellikle mevcut olsa da, küçük ve orta ölçekli işletmelerde çoğunlukla ihmal edilmektedir [6].

4.3 Tarımsal İşletmelerde Durum

4.3.1 Küçük Ölçekli İşletmeler

Küçük ölçekli aile işletmeleri, Türkiye tarımının bel kemiğini oluşturmaktadır. Ancak bu işletmelerin çoğunda resmi iş sağlığı ve güvenliği politikaları bulunmamaktadır. Çalışanlar genellikle aile bireylerinden oluştuğu için İSG önlemleri alınmamakta, riskler "alışkanlık" çerçevesinde görmezden gelinmektedir. Küçük işletmelerin finansal kaynaklarının sınırlı olması, koruyucu ekipman teminini ve eğitim faaliyetlerini engellemektedir.

4.3.2 Büyük Ölçekli İşletmeler

Orta ve büyük ölçekli işletmeler, daha profesyonel bir işleyişe sahip oldukları için İSG uygulamalarını daha sistematik biçimde yürütmektedir. Bu işletmelerde iş güvenliği uzmanları istihdam edilmekte, makineler düzenli bakımdan geçirilmektedir. Ayrıca büyük işletmeler, sertifikalı pestisitler ve gübreler kullanarak çalışanların maruziyet riskini azaltmaktadır. Dolayısıyla iş kazaları oranı küçük işletmelere göre daha düşüktür.

4.3.3 Mevsimlik Tarım İşçileri

Tarım sektöründe en dezavantajlı grup mevsimlik tarım işçileridir. Bu işçiler çoğunlukla sigortasız çalışmakta, barınma, hijyen ve ulaşım koşulları yetersizdir. Çadır kentlerde veya açık alanlarda kalan mevsimlik işçiler, hem iş kazalarına hem de bulaşıcı hastalıklara karşı savunmasızdır. Ayrıca dil, eğitim ve sosyal hak eksiklikleri, İSG eğitimlerine erişimlerini neredeyse imkânsız hale getirmektedir. Bu nedenle mevsimlik işçilerin korunması, tarımda iş sağlığı ve güvenliği politikalarının en kritik ve çözülmesi gereken sorunlarından biridir.

5. TARTIŞMA

Çalışmadan elde edilen bulgular, tarımda iş sağlığı ve güvenliği standartlarının kâğıt üzerinde var olmasına rağmen, sahada uygulanmasında ciddi aksaklıkların bulunduğunu açıkça göstermektedir. Türkiye'de gerek ulusal mevzuat, gerekse uluslararası normlara uyum için yapılan düzenlemeler dikkate alındığında, hukuki altyapının büyük oranda mevcut olduğu

görülmektedir [1][3][4]. Ancak uygulamadaki eksiklikler, özellikle kırsal bölgelerde yaşayan küçük ölçekli çiftçiler ve mevsimlik işçiler açısından büyük bir sorun teşkil etmektedir.

Küçük ölçekli işletmeler, ekonomik kısıtlılıklar nedeniyle iş güvenliği yatırımlarını maliyet unsuru olarak görmekte; bu nedenle kişisel koruyucu donanımların temininde, işçi eğitimlerinde ve risk değerlendirmelerinde ciddi eksiklikler yaşanmaktadır. Bu işletmelerde iş güvenliği bilincinin gelişmemesi, kazaların "kaçınılmaz" veya "kader" olarak yorumlanmasına yol açmakta; bu da güvenlik kültürünün yerleşmesinin önündeki en büyük engellerden biri olmaktadır.

Mevsimlik tarım işçileri, tarımda iş sağlığı ve güvenliği açısından en dezavantajlı grup olarak öne çıkmaktadır [5][6]. Sigortasız ve kayıt dışı çalıştırılmaları, barınma ve hijyen koşullarının yetersizliği, uzun çalışma süreleri ve düşük ücretlerle birleştiğinde, bu işçilerin İSG kapsamında korunmasız bırakıldığı görülmektedir. Ulusal ve uluslararası raporlar, mevsimlik işçilerin çoğu zaman hiçbir eğitim almadan traktör, ilaçlama makinesi veya diğer tarımsal araçları kullanmak zorunda kaldığını; bunun da kazaları artıran temel faktörlerden biri olduğunu ortaya koymaktadır.

Öte yandan, teknolojik gelişmeler tarımda iş sağlığı ve güvenliğini artırma potansiyeline sahiptir. Drone ile ilaçlama, akıllı sensörler, yapay zekâ destekli erken uyarı sistemleri, otonom traktörler ve robotik tarım makineleri; işçilerin tehlikeli işlerle doğrudan temasını azaltarak kazaların önüne geçebilir. Ancak bu teknolojilerin küçük işletmelerde yaygınlaştırılması, finansal destekler ve devlet teşvikleri olmadan mümkün görünmemektedir. Çünkü küçük çiftçiler için bu tür yatırımlar yüksek maliyetler içermekte ve kısa vadede kârlı gözükmemektedir.

Bir başka tartışma konusu, denetim mekanizmalarının yetersizliğidir. Türkiye'de yasal olarak tüm işyerleri denetim kapsamına girse de tarımda kayıt dışılığın yaygın olması, kırsal bölgelerde denetimlerin seyrek yapılması ve mevsimlik işçilerin mobil yapısı, bu mekanizmaların etkisini azaltmaktadır. Ayrıca İSG uzmanlarının tarım sektörüne özel olarak yetiştirilmemesi, denetimlerin daha çok formaliteye dayalı kalmasına neden olmaktadır.

Sonuç olarak, bulgular göstermektedir ki; tarımda iş sağlığı ve güvenliği yalnızca yasal düzenlemelerle sağlanamaz. Bu sürecin etkin olabilmesi için kültürel dönüşüm, ekonomik destekler, teknolojik yenilikler ve etkin denetim mekanizmalarının bir arada işlemesi gerekmektedir.

6. SONUÇ

Tarımda iş sağlığı ve güvenliği, yalnızca çalışanların yaşam ve sağlık haklarının korunması açısından değil; aynı zamanda tarımsal üretimin sürekliliği, kırsal kalkınma ve ulusal ekonominin sürdürülebilirliği açısından da stratejik bir öneme sahiptir. Çalışmadan elde edilen bulgular, tarımda iş kazalarının ve meslek hastalıklarının büyük oranda önlenebilir olduğunu ortaya koymaktadır.

Öncelikli olarak, İSG eğitimlerinin yaygınlaştırılması kritik bir gerekliliktir [3][4][6]. Çiftçilerin ve tarım işçilerinin makine kullanımı, pestisit uygulamaları, ergonomi ve acil durum prosedürleri konularında bilinçlendirilmesi, kazaların önemli ölçüde azalmasını sağlayacaktır.

İkinci olarak, denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi gerekmektedir. Tarımsal faaliyetlerin çoğu kırsal bölgelerde ve küçük ölçekli işletmelerde gerçekleştiği için, denetimlerin yalnızca formel işletmelerde değil, kayıt dışı faaliyetlerin yoğun olduğu alanlarda da yapılması önem taşımaktadır.

Üçüncü olarak, küçük işletmelere yönelik teşviklerin artırılması, iş sağlığı ve güvenliği yatırımlarının önünü açacaktır [4][5][6]. Devlet destekleri, kredi kolaylıkları veya hibe programları aracılığıyla küçük çiftçilerin koruyucu ekipman, modern makine ve eğitim programlarına erişimi sağlanmalıdır.

Dördüncü olarak, mevsimlik işçilerin yaşam ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi kaçınılmazdır. Bu işçilerin barınma, hijyen, ulaşım ve sosyal güvenlik haklarına erişimi güvence altına alınmadıkça tarımda iş güvenliği sağlanmış sayılmayacaktır.

Son olarak, yeni teknolojilerin desteklenerek tarıma entegrasyonu uzun vadeli bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Akıllı tarım uygulamaları, sensörler, drone sistemleri ve robotik makineler, işçilerin risklere maruz kalmasını azaltacak; aynı zamanda üretim verimliliğini artıracaktır. Ancak bu teknolojilerin yaygınlaşması için devlet politikaları ve özel sektör yatırımları teşvik edilmelidir.

Bütün bu önlemler bir arada uygulandığında, tarımda iş sağlığı ve güvenliği yalnızca yasal bir yükümlülük olmaktan çıkarak, toplumsal bir bilinç ve kültür haline gelecektir. Bu da hem çalışan sağlığını koruyacak hem de tarımsal üretimde verimliliği artırarak sürdürülebilir kalkınmaya kalıcı katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

[1] ILO. Safety and Health in Agriculture Convention (No. 184), 2001

[2] FAO. Guidelines on Pesticide Management, 2018

[3] EU-OSHA. Occupational Safety in Agriculture, 2020

[4] T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2012

[5] SGK İstatistik Yıllıkları, 2015–2023

[6] Gül, A. & Demirbaş, N., Türkiye'de Tarımda İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları, Tarım Ekonomisi Dergisi, 2021

[7] Gülen, B., Esnek Çalışma Biçimleri Açısından iş Kazası Kavramı, Marmara Üniversitesi, 2024

[8] Şik, A., Su Ürünleri Tesislerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, 2024

[9] Mete, C. E., Üniversitede İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin Akademik Personelin Görüşleri, Marmara Universitesi, 2022

[10] Usta, A., İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarında İnsan Kaynakları Yönetiminin Rolü Üzerine Bir Araştırma", İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, 2024

[11] Sevencan, F., Vaizoglu, S., Guler, Ç., The Health Effects and Keep Down of Whole Body Vibration, TAF Preventive Medicine Bulletin, 2014

EVALUATING FACTORS AFFECTING HOUSING PRICES USING MACHINE LEARNING MODELS: THE CASE OF DENIZLI*

Betül YEL
Independent Researcher
Aylin SABANCI BAYRAMOĞLU
Research Assistant, Pamukkale University Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Management Information Systems
ORCID: 0000-0003-2901-1224
Berker DAL
Research Assistant, Pamukkale University Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Management Information Systems
ORCID: 0000-0002-9019-1896

ABSTRACT

The housing market constitutes a critical component of the economy, influencing both individual decision-making and investment strategies. Understanding the factors that shape house sale prices is essential for analyzing market dynamics and making well-informed investment decisions. Accordingly, this study aims to identify the determinants of house sale prices in the two central districts of Denizli province. The dataset used in the analysis was obtained through web scraping from a real estate website. The resulting dataset includes the house sale price as the dependent variable. The independent variables consist of several variables (*District, Number of Rooms, Number of Bathrooms, Net Area, Gross Area, Floor Level, Total Number of Floors, Building Age, and Heating Type)* that reflect the structural and locational characteristics of the residences. To model the relationship between the independent variables and house prices, three linear regression approaches were applied: Multiple Linear Regression, LASSO Regression, and Ridge Regression. An examination of the model structures revealed that the Ridge model retained all variables within the dataset, while the LASSO model reduced the coefficient of one subcategory of the *Heating Type* variable *Central Heating* to zero. This finding indicates that the LASSO model yielded a more parsimonious and interpretable model structure. In terms of predictive performance, both the Ridge and LASSO models ($R^2 = 0.77$) demonstrated higher explanatory power compared with the Multiple Linear Regression model ($R^2 = 0.75$). Based on the results of the fitted models, the factors significantly affecting house prices were identified. Among these factors, *Net Area* and *Building Age* emerged as the most influential variables. *Net Area, Number of Bathrooms, Number of Floors in the Building*, and *Heating Type (Floor Heating)* exhibited positive effects on house prices, whereas *Building Age* and *District (Pamukkale)* were found to have negative effects.

Keywords: House Price Prediction, Multiple Linear Regression, LASSO Regression, Ridge Regression, Denizli Housing Market

INTRODUCTION

Housing serves not only as a fundamental component of human shelter but also as a critical investment asset within contemporary economic systems. Due to this dual function, the housing market has emerged as a focal point for both individual consumers and institutional investors.

* This study is an output of the project number 1919B012414806, supported under the TUBITAK 2209-A Research Project Support Programme for Undergraduate Students.

The need to make sound investment decisions, formulate effective marketing strategies, and minimize acquisition costs necessitates the continuous analysis of market dynamics (Chen et al., 2021; Chowhaan et al., 2023). Within this framework, identifying the key determinants influencing housing prices and developing predictive models capable of generating accurate price estimations have gained increasing scholarly attention (Özöğür Akyüz et al., 2023).

The market value of residential properties is shaped by a wide array of structural attributes (such as floor area, number of rooms, number of floors, and building age) as well as locational characteristics, including neighborhood features and accessibility to transportation networks (Adetunji et al., 2022). The inherent diversity and complexity of these determinants render the construction of a comprehensive and generalizable pricing model a challenging task. Consequently, researchers have employed various machine learning methodologies to overcome these limitations. Among these, Multiple Linear Regression (MLR) remains one of the most widely utilized approaches, as it models the relationship between sale price as the dependent variable and relevant property characteristics as independent variables. Its advantages lie in its interpretability and ease of implementation (Liu, 2022). Nevertheless, concerns regarding its generalization capacity have led to the adoption of regularization-based techniques such as LASSO (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) and Ridge Regression. These methods mitigate overfitting by penalizing model complexity, thereby enhancing stability and improving predictive reliability.

The primary objective of the present study is to identify the determinants influencing housing sale prices in the two central districts of Denizli province. To this end, regression-based machine learning approaches were employed. Three linear regression models-Multiple Linear Regression, LASSO Regression, and Ridge Regression-were implemented, and their predictive performances were systematically compared. Based on the empirical findings, the key factors shaping housing prices in the study area were identified, contributing to the broader understanding of regional real estate market dynamics.

LITERATURE REVIEW

A review of the literature on housing price prediction and the analysis of housing value determinants reveals a substantial body of empirical research that employs various machine learning techniques across diverse datasets. Several studies closely related to the present research are summarized in Table 1.

Table 1. Relevant studies on housing price prediction with machine learning methods

Reference	Data Location / Source	Dependent Variable	Independent Variable Category	Algorithms Used
Ayaz & Manohran, 2025	Dubai, UAE	House Price	Structural, Locational and Transactional	Support Vector Regression, Random Forest, Gradient Boosting Regression, XGBoost, Ridge Regression, LASSO Regression
Çılgın & Gökçen, 2025	Ankara, Türkiye	House Price	Structural and Locational	Multiple Linear Regression, LASSO Regression, Ridge Regression, ElasticNet, Artificial Neural Networks, Random Forest, Support Vector Regression, K-Nearest Neighbor, AdaBoost, CatBoost, XGBoost, LightGBM, MARS, K-Means, BIRCH, Gaussian Mixture Models
Khattar et al., 2025	"Home Value Insight " - Kaggle	House Price	Structural and Locational	Multiple Linear Regression, Ridge Regression, LASSO Regression, Random Forest, Gradient Boosting, XGBoost, Light GBM
Hoxha et al., 2024	Prishtina, Kosovo	House Price	Structural and Locational	LASSO Regression
Özöğür Akyüz et al., 2023	Kadıköy, Istanbul, Türkiye - Kaggle	House Price	Structural	Multiple Linear Regression, LASSO Regression, Ridge Regression, Support Vector Regression, AdaBoost, XGBoost, Decision Tree Regression, Random Forest Regression
Truong et al., 2022	Housing Price in Beijing - Kaggle	House Price	Structural and Locational	Random Forest, XGBoost, LightGBM, Hybrid Regression (Lasso + XGBoost)
Sanyal et al., 2022	Boston, Massachusetts, USA - UCI ML Repository	MEDV (median value of houses)	Structural, Locational and Socioeconomic	Multiple Linear Regression, Polynomial Regression, Ridge Regression, LASSO Regression
Abdul-Rahman et al., 2021	Kuala Lumpur, Malaysia	House Price	Structural and Locational	Multiple Linear Regression, Ridge Regression, LightGBM, XGBoost
Thamarai et al., 2020	West Godavari, India	House Price	Structural and Locational	Decision Tree Regression, Multiple Linear Regression

An examination of prior work shows that Ayaz and Manohran (2025) compared the predictive performance of machine learning models in the context of the Dubai real estate market. Their findings indicate that ensemble learning techniques yielded superior accuracy, whereas regularization-based models such as Ridge and LASSO Regression achieved a prediction performance of approximately $R^2 \cong 75{,}3$. Similarly, Çılgın and Gökçen (2025) developed a hybrid model architecture to estimate housing prices in Ankara by utilizing a combination of structural and locational attributes. Their approach incorporated 13 different machine learning algorithms-including Multiple Linear Regression, LASSO, Ridge, Support Vector Regression, Artificial Neural Networks, and Random Forest. The study reported that employing clustering to obtain more homogeneous housing groups alongside ensemble learning strategies resulted in high prediction accuracy consistent with international standards.

In a related line of research, Khattar et al. (2025) evaluated both linear models (Multiple Linear Regression, Ridge, and LASSO) and ensemble-based models (Random Forest, Gradient Boosting, and XGBoost) using real estate data. They proposed a hybrid approach integrating Ridge Regression with Gradient Boosting for the purpose of housing price prediction. Their results demonstrated the advantages of combining complementary algorithms: while Ridge Regression stabilizes linear features, Gradient Boosting effectively captures complex nonlinear interactions, thereby enhancing predictive accuracy.

Hoxha et al. (2024) predicted housing prices in Prishtina, Kosovo using LASSO Regression, highlighting the model's feature selection capability. The findings showed that the model achieved a moderate predictive accuracy of $R^2 = 0.501$ using variables such as distance and property size. However, the study emphasized that the primary contribution of LASSO lay in its ability to simplify complex datasets into more interpretable forms. In a similar context, Sanyal et al. (2022) compared the performance of Linear Regression, Polynomial Regression, Ridge Regression, and LASSO Regression for housing price prediction.

Özöğür Akyüz et al. (2023) proposed a hybrid model combining linear regression, clustering analysis, K-Nearest Neighbors classification, and Support Vector Regression. Their results indicated that the hybrid approach outperformed each individual method when tested on both an Istanbul-Kadıköy housing dataset and a Kaggle housing dataset. Likewise, Abdul-Rahman et al. (2021) utilized Multiple Linear Regression, Ridge Regression, LightGBM, and XGBoost to predict housing prices, demonstrating strong performance by gradient boosting-based methods. Thamarai et al. (2020) conducted a study for the West Godavari region of India in which Decision Tree Regression and Multiple Linear Regression were compared. Their results highlighted that, in certain contexts, traditional linear approaches may outperform machine learning algorithms, underscoring the importance of contextual model selection.

Considering this literature, the primary objective of the present study is to determine the relative importance of structural and locational factors influencing housing prices in the province of Denizli. To achieve this, the study employs regression-based machine learning approaches. Specifically, Multiple Linear Regression, Ridge Regression, and LASSO Regression models are implemented, and their predictive performances are systematically evaluated.

METHODOLOGY

The methodological framework of this study is designed to analyze the relationship between housing sale prices, used as the dependent variable, and a set of explanatory variables representing the structural and locational characteristics of the properties. To this end, regression-based machine learning techniques were employed to predict housing prices and to

assess the relative importance of the factors influencing these prices. Three models were developed: Multiple Linear Regression, which captures the linear association between the dependent and explanatory variables, and two regularization-based techniques (LASSO Regression and Ridge Regression) which aim to improve model stability and predictive performance by penalizing excessive model complexity.

Multiple Linear Regression

Multiple Linear Regression represents the linear relationship between a dependent variable and multiple explanatory variables through a linear equation. As shown in Equation 1, the Multiple Linear Regression model can be expressed as follows.

$$y_i = (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots \beta_n X_n) + e_i \tag{1}$$

In this formulation, y denotes the dependent variable and represents the outcome predicted by the model. The term β_0 is the intercept, indicating the point at which the regression line crosses the y-axis. The coefficient $\beta_1$corresponds to the effect of the first explanatory variable X_1, while $\beta_2$represents the coefficient associated with the second explanatory variable X_2; this structure continues similarly up to the n-th variable. The term $e_i$denotes the error component for the i-th observation, capturing the difference between the predicted value and the actual observed value.

Ridge Regression

When a high degree of correlation exists among the explanatory variables, the issue of multicollinearity arises. This condition can lead to inflated variance in the Ordinary Least Squares (OLS) estimates. In such cases, Ridge Regression provides a more robust analytical approach by reducing standard errors and mitigating the adverse effects of multicollinearity (Abdul-Rahman et al., 2021; Sanyal et al., 2022). Ridge Regression achieves this by adding an L_2regularization term to the OLS loss function, thereby minimizing the sum of squared errors while simultaneously penalizing excessive coefficient magnitudes. This regularization reduces model complexity and enhances stability. The Ridge Regression model is presented in Equation 2.

$$Loss_{Ridge} = \sum_{i=1}^{m} (y_i - y^*)^2 + \lambda \sum_{j=1}^{n} \beta_j^2 \tag{2}$$

Here, the term $\lambda \sum_{j=1}^{n} \beta_j^2$ represents the Ridge penalty, which controls model complexity and shrinks the regression coefficients.

LASSO Regression

LASSO Regression operates in a manner similar to Ridge Regression, in that it seeks to identify the set of coefficients that minimize the sum of squared errors. However, unlike Ridge Regression, which employs an L_2regularization term, LASSO applies an L_1regularization penalty based on the sum of the absolute values of the coefficients. While Ridge Regression shrinks coefficients toward zero, LASSO has the capacity to reduce some coefficients exactly to zero. This property makes LASSO an effective tool for feature selection and enhances the interpretability of the resulting model. The LASSO Regression model is presented in Equation 3.

$$Loss_{LASSO} = \sum_{i=1}^{m} (y_i - y^*)^2 + \lambda \sum_{j=1}^{n} |\beta_j| \tag{3}$$

Here, $\lambda \sum_{j=1}^{n} |\beta_j|$ denotes the LASSO penalty term, which performs coefficient shrinkage and enables variable selection.

Model Performance Evaluation Metrics

To assess the predictive performance of the regression models, several widely used evaluation metrics were employed, including Mean Absolute Error (MAE), Mean Squared Error (MSE), Root Mean Squared Error (RMSE), and the Coefficient of Determination (R^2). Among these, RMSE is particularly informative, as it quantifies the average deviation of the predicted values from the actual values while preserving the original units of the dependent variable, thereby enhancing interpretability.

In this study, R^2 was selected as the primary metric for comparing the explanatory power of the models, while RMSE was used to evaluate and compare model errors. The formulas for RMSE and R^2 are provided in Equation 4 and Equation 5, respectively.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} (y_i - y^*)^2 / N} \tag{4}$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N} (y_i - y^*)^2}{\sum_{i=1}^{N} (y_i - \bar{y})^2} \tag{5}$$

Here, $\bar{y}$ denotes the mean of all observed actual values. The R^2 statistic ranges from 0 to 1, with values closer to 1 indicating a stronger explanatory power of the model and a higher degree of fit to the observed data. Conversely, lower values suggest weaker model performance. The RMSE metric, on the other hand, reflects the average magnitude of prediction error; thus, smaller RMSE values indicate better predictive accuracy and a closer alignment between the predicted and actual values.

DATA

The dataset used in this study consists of property listings for residential units offered for sale in the two central districts of Denizli which are Merkezefendi and Pamukkale. The data were collected through web scraping from an online real estate platform during the year 2025. In the initial stage, a total of 2,445 listings were retrieved. Following a comprehensive data preprocessing procedure, 365 records were excluded due to removal from the platform, duplication, or substantial missing information. The final dataset used for analysis therefore comprises 2,080 observations.

In this study, the dependent variable is the *Sales Price*, representing the listing price of each property in Turkish Lira (TL). The explanatory variables consist of structural and locational attributes that characterize the residential units. The variables included in the model are presented in Table 2.

Table 2. Variables included in the dataset and their characteristics

Variable	Type	Description
Dependent Variable		
Sales Price	Numerical	Listing price of the property (TL)
Explanatory Variables		
District	Categorical	Pamukkale / Merkezefendi (Locational attribute)
Number of Rooms	Numerical	Total number of rooms in the property
Number of Bathrooms	Numerical	Number of bathrooms in the property
Gross Area	Numerical	Gross area of the property (m^2)
Net Area	Numerical	Net usable area of the property (m^2)
Floor Level	Numerical	Floor on which the property is located
Total Number of Floors	Numerical	Total number of floors in the building
Building Age	Numerical	Age of the building (years)
Heating Type	Categorical	Combi (reference), Underfloor Heating, Central Heating

Table 3 presents the descriptive statistics for all numerical variables used in the study. The average sales price of the properties in the dataset is 2,760,741 TL. The mean net area of the dwellings is 118 m², while the average building age is 6.22 years. The presence of a minimum building age of zero indicates that the dataset includes a considerable number of newly constructed units.

Table 3. Descriptive statistics of numerical variables

	N. of Rooms	Net Area (m²)	Gross Area (m²)	Floor Level	Building Age (years)	Total N. of Floors	N. of Bathrooms	Sales Price (TL)
Observation Count	2080	2080	2080	2080	2080	2080	2080	2080
Mean	3.45	118.02	124.79	2.3	6.22	4.01	1.27	2,760,741
Minimum	1	15	29	-1	0	1	1	625,000
Median	4	120	125	2	1	4	1	2,445,000
Maximum	11	400	501	29	49	29	4	13,500,000

To resolve the textual-numerical heterogeneity present in the *Floor Level* variable, this attribute was transformed from an ordinal categorical feature into a quantitative variable that reflects the property's relative vertical position within the building. In this transformation, all floor labels

indicating levels below ground (such as "Level 3," "Level 2," "Level 1," "Basement," "Semi-Basement," and "Basement and Ground Floor") were assigned a value of -1. Floor categories that correspond to ground-level or entry-level positions, including "Ground Floor," "Garden Floor," and "Entrance Floor," were assigned a value of 0. Floor labels slightly above ground level, such as those resembling a first floor, were coded as 1.

For properties labelled as "Intermediate Floor" a value equal to half of the *Total Number of Floors* in the building (i.e., $Total\ Floors/_2$) was assigned, representing an average vertical position within the structure. For units categorized as "Upper Floor," the full Total Number of Floors value was used to capture their position at the top of the building.

This transformation aims to enhance the model's sensitivity to the relative vertical positioning of each dwelling by mapping the categorical descriptions to a location scaled to the overall building height, rather than assigning arbitrary or fixed numerical values.

Table 4 presents the distribution of the categorical variables used in the study. The *District* variable consists of two categories-*Merkezefendi* and *Pamukkale*. The distribution indicates that the majority of the observations are concentrated in the *Merkezefendi* district. *The Heating Type* variable includes three categories: *Combi*, *Underfloor Heating*, and *Central Heating*. An examination of this variable reveals that *underfloor heating* is the most used heating system among residential units in Denizli.

Table 4. Summary information on categorical variables

	District	**Heating Type**
Observation Count	2080	2080
Number of Unique Values	2	3
Most Frequent Category	Merkezefendi	Underfloor Heating
Frequency	1364	1148

To examine the extent to which each explanatory variable is linearly associated with the dependent variable, *Sales Price*, a correlation analysis was conducted. The results of this analysis are presented in Table 5. According to the findings, *Sales Price* exhibits strong positive correlations with *Net Area* and *Gross Area* (0.71), as well as with *Number of Rooms* (0.60) and *Number of Bathrooms* (0.63). These results indicate that property size (reflected through area and room-related variables) plays a significant role in determining housing prices. As gross area, net area, and the number of rooms increase, the sales price of a dwelling also tends to rise.

Furthermore, the correlation between *Building Age* and *Sales Price* is -0.30, suggesting that, on average, older buildings tend to have lower market value. This negative relationship highlights the depreciation effect associated with building age in the housing market.

Table 5. Correlation coefficients between explanatory variables and Sales Price

Explanatory Variable	Correlation Coefficient	Expected Effect
Gross Area	0.71	Positive
Net Area	0.71	Positive
Number of Rooms	0.60	Positive
Number of Bathrooms	0.63	Positive
Floor Level	0.14	Positive
Total Floors	0.20	Positive
Building Age	-0.30	Negative

The correlation matrix illustrating the relationships among the explanatory variables is presented as a heatmap in Figure 1. Examination of the matrix reveals a particularly high correlation between *Net Area* and *Gross Area* (r = 0.97). This strong association indicates the presence of multicollinearity within the dataset. Therefore, to avoid redundancy and potential distortions in model estimation, the *Gross Area* variable was removed during the modelling stage.

In addition, the variables *Net Area* and *Number of Rooms* exhibit a high correlation (r = 0.86). However, both variables represent distinct and theoretically meaningful attributes that influence housing purchase decisions. For this reason, and consistent with the approach adopted in Özöğür Akyüz et al. (2023), these two variables were retained in the regression models.

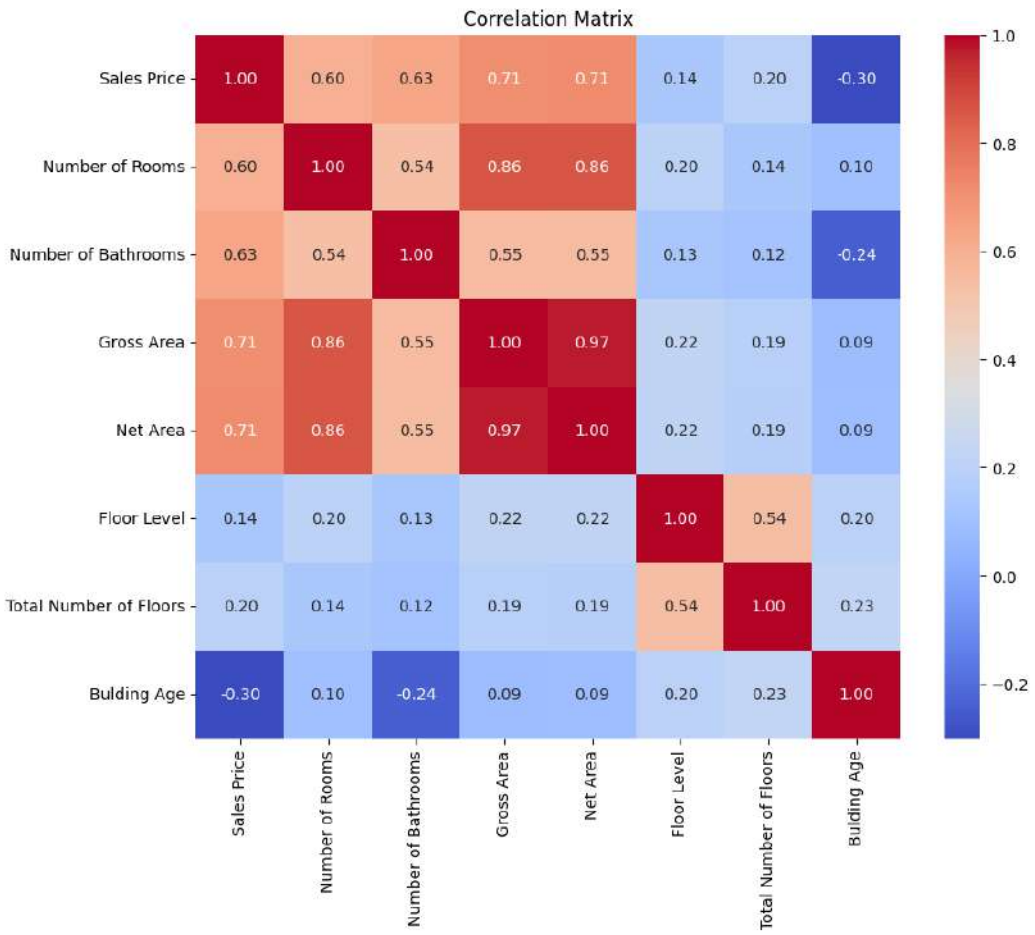


Figure 1. Correlation Matrix of Numerical Variables

To enhance the predictive performance and generalization capability of the models, several preprocessing steps were applied to both the dependent and explanatory variables. First, Min-Max Normalization was implemented for all numerical explanatory variables to mitigate the impact of scale differences on the regression coefficients by rescaling these variables to a range between 0 and 1.

The dependent variable, *Sales Price*, exhibited a right-skewed distribution (Figure 2a), indicating the presence of a small number of high-priced properties. Such skewness suggests potential outlier effects that may distort coefficient estimates and impair model performance. To address this issue, a logarithmic transformation was applied to the *Sales Price* variable. Following the log transformation, the distribution approached normality, substantially reducing right skewness and yielding a more symmetric structure. Figure 2b illustrates the distribution of the *Sales Price* variable after the logarithmic transformation.

This transformation ensures that the regression models better satisfy the assumptions regarding error terms and produce more stable and reliable parameter estimates.

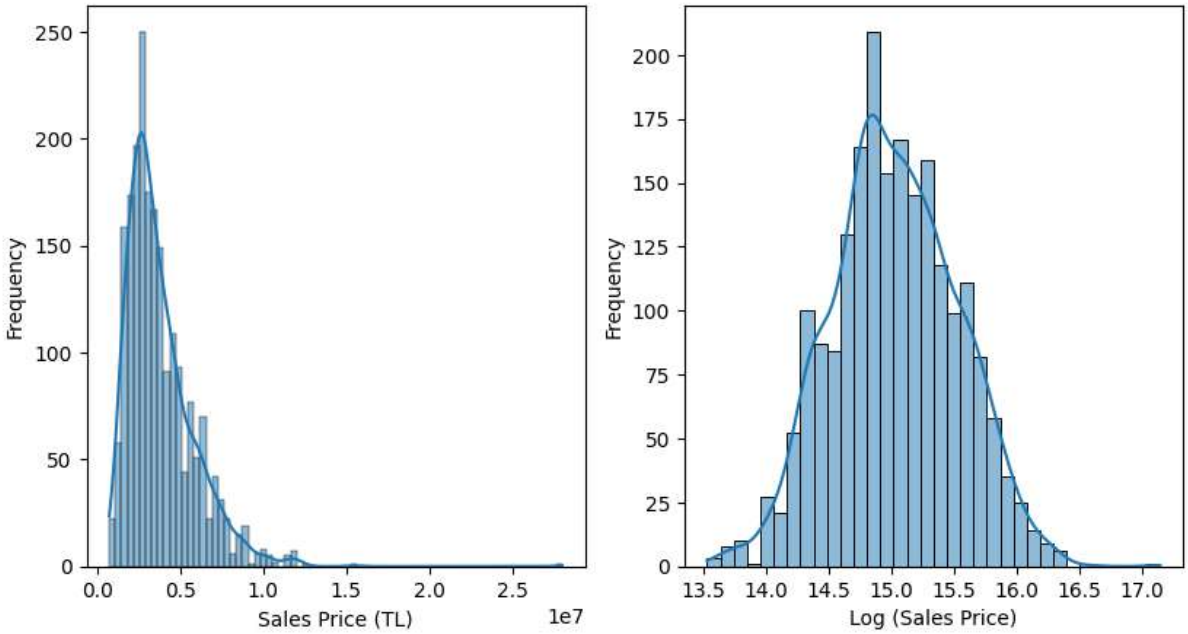


Figure 2. (a) Distribution of the Sales Price variable **(b)** Distribution of the logarithmically transformed Sales Price variable

FINDINGS

In this study, following data cleaning procedures and variable transformations, three linear regression approaches (MLR, Ridge, and LASSO) were employed to identify the factors influencing housing prices in the province of Denizli. The dataset was partitioned into an 80% training set and a 20% test set. During model training, 5-fold cross-validation was utilized to ensure robust parameter estimation and to mitigate overfitting. The performance of the trained models was evaluated on the test set by examining the relationship between the predicted log-transformed sales prices and the actual values observed.

The predictive performances of the models were compared based on their R^2 and RMSE values, which are presented in Table 6. The results indicate that all three models achieved a high level

of predictive accuracy. In particular, the Ridge and LASSO regularization models outperformed the Multiple Linear Regression model by increasing the R^2 value from 0.754 to 0.776.

A similar pattern is observed when examining the RMSE values. While the RMSE of the Multiple Linear Regression model is 0.2471, both Ridge (0.2467) and LASSO (0.2469) achieved lower error levels, demonstrating improved predictive performance. These findings suggest that the regularization-based models effectively stabilized the coefficient estimates and enhanced generalization.

Overall, both Ridge and LASSO Regression explain approximately 77.6% of the variation in the log-transformed Sales Price variable, highlighting their superior explanatory power relative to the baseline model.

Table 6. Prediction Performance Metrics of the Regression Models

Model	**RMSE**	$\boldsymbol{R^2}$
Multiple Linear Regression	0.2471	0.754
Ridge (L2)	0.2467	0.776
LASSO (L1)	0.2469	0.776

When comparing the Ridge and LASSO models, Table 7 shows that both approaches achieve an identical R^2 value of 0.776. The Ridge model reaches its optimal performance with a relatively high regularization parameter of $\alpha = 7.56$, indicating substantial penalization of coefficient magnitudes. In contrast, the LASSO model attains its optimum performance with a much smaller penalty strength, $\alpha = 0.0026$, reflecting the selective nature of L_1regularization.

An evaluation of the coefficient estimates further highlights the differences between the two models. While the Ridge model retains all explanatory variables by shrinking their coefficients without eliminating any of them, the LASSO model sets the coefficient of the *Central Heating* variable to zero, indicating that this feature does not have a meaningful influence on the sales price (Table 8). This outcome demonstrates LASSO's capacity for feature selection and its ability to produce a more parsimonious and interpretable model structure.

Table 7. Optimal hyperparameters and feature selection results of the regularization models

Model	$\boldsymbol{\alpha}$ **(alpha)**	$\boldsymbol{R^2}$ **(test)**	**Excluded Variable**
Ridge (L2)	7.56	0.776	-
LASSO (L1)	0.0026	0.776	Central Heating

Table 8. Comparative coefficient table: Ridge vs. LASSO

Feature	**Ridge Coefficient**	**LASSO Coefficient**
Net Area	0.3282	0.3341
Total Floors	0.0506	0.0490
Number of Bathrooms	0.0459	0.0453

Underfloor Heating	0.0399	0.0373
Number of Rooms	0.0132	0.0065
Central Heating	0.0025	0.000 (removed)
Floor Level	0.002	0.0003
Pamukkale	-0.0421	-0.0402
Building Age	-0.1581	-0.1570

CONCLUSION

This study aimed to identify the structural and locational factors influencing housing prices in the two central districts of Denizli and to determine the most suitable linear regression approach for price prediction using a comprehensive dataset of residential properties offered for sale.

During the data-cleaning phase, the detection and removal of missing or inconsistent values, validation of variable types, and implementation of appropriate transformations notably improved model performance. These procedures reduced the right-skewness observed in the price distribution and yielded a more stable structure for modeling. The multicollinearity analysis revealed a pronounced linear dependency between *Gross Area* and *Net Area*; thus, the *Gross Area* variable was excluded from the models to avoid redundancy and coefficient instability.

When the regression-based machine learning models developed using the cleaned and transformed dataset were compared, the Ridge and LASSO regularization models outperformed the Multiple Linear Regression model, increasing the R^2 value from 0.754 to 0.776. This improvement confirms that the multicollinearity issue identified in the dataset was effectively mitigated through regularization techniques, resulting in enhanced model generalization. Although the Ridge and LASSO models demonstrated similar predictive performance, the LASSO Regression provided a more parsimonious structure by shrinking several coefficients (most notably that of the *Central Heating* variable) to 0. This indicates that LASSO offers a more balanced approach with respect to variable selection and model interpretability.

The elimination of the *Central Heating* variable by the LASSO model suggests that this feature does not exert a meaningful influence on sales price. In contrast, *Net Area* emerged as the strongest determinant of housing value in both models. As a measure of usable living space, this variable exhibited the largest positive coefficient in both Ridge and LASSO, confirming its dominant role in market pricing dynamics. The negative coefficient for *Building Age* indicates that older structures tend to depreciate, while the positive effect of *Underfloor Heating* reflects its growing desirability in the housing market. Conversely, the absence of a significant effect for *Central Heating* was further validated through its removal in the LASSO model. The *District* variable also captured spatial differentiation in pricing: properties in the *Pamukkale* district were found to be valued lower on average than those in *Merkezefendi*. Furthermore, variables such as *Number of Bathrooms* and *Total Number of Floors* exhibited moderate yet meaningful effects, suggesting that features related to living comfort and modern building characteristics contribute to price formation.

In conclusion, the findings of this study demonstrate that both structural and locational attributes exert substantial influence on housing prices, and that regularized regression models-supported by appropriate data transformations-provide effective tools for capturing these

complex relationships. The close performance of the Ridge and LASSO models confirms the strength of regularization techniques in addressing multicollinearity while enhancing predictive accuracy. The simplified structure obtained through LASSO, in particular, highlights opportunities for future research to incorporate advanced feature selection approaches and broader datasets.

The results of this study offer valuable insights for the real estate sector, urban planning, and investment analysis. Future research could further expand the predictive framework by incorporating spatial regression techniques, detailed neighborhood-level characteristics, socioeconomic indicators, and temporal dynamics, thereby enabling more comprehensive and robust housing price prediction models.

REFERENCES

Abdul-Rahman, S., Zulkifley, N. H., Ismail, I., & Mutalib, S. (2021). Advanced machine learning algorithms for house price prediction: Case study in Kuala Lumpur. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *12*(12).

Adetunji, A. B., Akande, O. N., Ajala, F. A., Oyewo, O., Akande, Y. F., & Oluwadara, G. (2022). House price prediction using random forest machine learning technique. *Procedia Computer Science*, *199*, 806-813.

Ayaz, A. M., & Manoharan, S. (2025). Data Driven Real Estate Price Prediction in Dubai: A Machine Learning Approach. In 2025 3rd International Conference on Inventive Computing and Informatics (ICICI) (pp. 287-294). IEEE.

Chen, Y., Xue, R., & Zhang, Y. (2021). House price prediction based on machine learning and deep learning methods. In *2021 International conference on electronic information engineering and computer science (EIECS)* (pp. 699-702). IEEE.

Chowhaan, M. J., Nitish, D., Akash, G., Sreevidya, N., & Shaik, S. (2023). Machine learning approach for house price prediction. *Asian Journal of Research in Computer Science*, *16*(2), 54-61.

Çılgın, C., & Gökçen, H. (2025). A hybrid machine learning model architecture with clustering analysis and stacking ensemble for real estate price prediction. *Computational Economics*, *66*(1), 127-178.

Hoxha, V., Shala, A., Lecaj, V., Pallaska, F., Dana, H., & Hoxha, J. (2024). Applying Lasso Regression for Property Price Prediction in Emerging Markets: An Empirical Study of Prishtina's Real Estate Sector.

Khattar, S., Ahuja, A., & Kansugia, V. (2025). A Comparative Regression Analysis of House Price Prediction using Machine Learning Models. In 2025 4th OPJU International Technology Conference (OTCON) on Smart Computing for Innovation and Advancement in Industry 5.0 (pp. 1-6). IEEE.

Liu, G. (2022). Research on prediction and analysis of real estate market based on the multiple linear regression model. *Scientific Programming*, *2022*(1), 5750354.

Özöğür Akyüz, S., Eygi Erdogan, B., Yıldız, Ö., & Karadayı Ataş, P. (2023). A novel hybrid house price prediction model. *Computational economics*, *62*(3), 1215-1232.

Sanyal, S., Biswas, S. K., Das, D., Chakraborty, M., & Purkayastha, B. (2022, June). Boston house price prediction using regression models. In *2022 2nd International Conference on Intelligent Technologies (CONIT)* (pp. 1-6). IEEE.

Thamarai, M., & Malarvizhi, S. P. (2020). House Price Prediction Modeling Using Machine Learning. *International Journal of Information Engineering & Electronic Business*, *12*(2).

Truong, Q., Nguyen, M., Dang, H., & Mei, B. (2020). Housing price prediction via improved machine learning techniques. *Procedia Computer Science*, *174*, 433-442.

THE GUIDING ROLE OF NCCN GUIDELINES IN EVIDENCE-BASED DECISION-MAKING FOR ANTICANCER DRUG SELECTION AND MANAGEMENT, AND ITS IMPACT ON CLINICAL PHARMACY PRACTICE

BETÜL YILDIZ
Lisans Öğrencisi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eczacılık Bölümü,
ORCID ID: 0009-0006-4857-9308
HAYRANİ EREN BOSTANCI
Dr. Öğr. Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Biyokimya Anabilim Dalı,
ORCID ID: 0000-0001-8511-2316

Abstract

Cancer treatment involves complex steps including accurate drug selection, dose adjustment, interaction management, and monitoring for adverse effects. Treatment decisions depend not only on the type and stage of cancer but also on the patient's overall health, comorbidities, and laboratory findings. Therefore, evidence-based guidelines and multidisciplinary teams are critical to improving treatment quality and patient safety.

The National Comprehensive Cancer Network (NCCN) guidelines provide standardized protocols and clinical algorithms that support physicians and pharmacists in decision-making. The guidelines inform both the selection of anticancer regimens and the application of supportive care, such as antiemetic therapy and thromboprophylaxis. Clinical pharmacists use these guidelines to individualize therapy, anticipate adverse effects, and improve patient adherence, facilitating coordination within multidisciplinary teams and enhancing treatment outcomes.

For example, A 45-year-old woman presented with a growing mass in her left breast. Imaging showed a 3.1-cm lesion and a suspicious axillary node. Biopsy confirmed invasive ductal carcinoma that was ER-, PR-, and HER2-negative with a Ki-67 of 70%, consistent with triple-negative breast cancer (TNBC), staged cT2N1M0. Because TNBC is aggressive and lacks hormone/HER2 targets, NCCN v3.2024 recommends neoadjuvant chemo-immunotherapy for tumors ≥T2 or node-positive disease. Before treatment, the clinical pharmacist assessed organ function, calculated carboplatin AUC dosing, prepared paclitaxel premedications, arranged antiemetic prophylaxis, and monitored risks such as neutropenia and immune-related toxicities.

The patient received pembrolizumab with paclitaxel–carboplatin, followed by pembrolizumab with doxorubicin–cyclophosphamide. The pharmacist closely tracked labs, neuropathy, and immune-related adverse events, adjusting supportive care when needed. The tumor regressed significantly, and the patient underwent breast-conserving surgery. Pathology revealed no residual carcinoma, indicating pathologic complete response (pCR). Pembrolizumab was continued postoperatively, with the pharmacist supporting toxicity monitoring and adherence.

The patient completed therapy without major complications. This case highlights the effectiveness of neoadjuvant chemo-immunotherapy in TNBC and the essential role of the clinical pharmacist in dosing, safety, and supportive care.

Keywords: NCCN guidelines, clinical pharmacy, anticanser drug management, evidence-based oncology.

INTRODUCTION

Cancer is one of the most important areas of research in modern medicine and is characterized as a complex disease that arises from the disruption of the normal cycle of cell growth and death, resulting in uncontrolled cellular proliferation. Under normal physiological conditions, cells divide only when needed and die in a regulated manner when they become aged or damaged. When this balance is disrupted, tumor formation occurs, and tumors may remain benign or transform into malignant structures that invade surrounding tissues and metastasize to distant organs. Cancer poses a significant global health burden, and differences in socioeconomic status, access to healthcare services, education level, geographic location, age, and gender can lead to notable variations in disease burden and treatment outcomes. For this reason, understanding and reducing cancer disparities is a primary goal of modern oncology practice.

Cancer treatment varies depending on disease type, stage, biological characteristics, and the overall health status of the patient. Treatment options such as chemotherapy, immunotherapy, radiotherapy, surgery, hormone therapy, targeted therapies, and stem cell transplantation require a multidisciplinary evaluation. At this stage, the National Comprehensive Cancer Network (NCCN) guidelines serve as a reliable reference for evidence-based treatment approaches. Clinical pharmacists contribute significantly to the healthcare team by individualizing therapy, managing adverse effects, ensuring medication safety, and providing patient education, thereby enhancing both treatment success and safety.

RESEARCH AND FINDINGS

Reports from the NCCN Specialty Pharmacy Task Force demonstrate that clinical pharmacists provide an important layer of safety in oncology treatments. Clinical pharmacists significantly improve patient safety by preventing medication errors, ensuring accuracy in dose adjustments, identifying and managing adverse effects early, and monitoring correct use of oral chemotherapies. Moreover, the increasing use of oral chemotherapy has made medication-use errors at home more apparent and further emphasized the critical role of clinical pharmacists in patient education. Additionally, the practice of brown bagging and white bagging, in which medications are obtained outside the clinical setting and delivered to the patient or facility, poses substantial risks regarding stability, correct dosing, and proper storage conditions. It has been emphasized that especially brown bagging may lead to serious safety concerns and should be avoided whenever possible.

In light of this information, the treatment process of a 45-year-old female patient diagnosed with triple-negative breast cancer (TNBC) clearly demonstrates the impact of NCCN guidelines on clinical practice. The patient initially presented with a palpable mass in the left breast, and imaging revealed a 3 cm irregular lesion along with axillary lymph node involvement. Pathology showed estrogen receptor–negative, progesterone receptor–negative, HER2-negative results, and a Ki-67 proliferation index of 70%, confirming the diagnosis of TNBC, which is known for its aggressive biological behavior. Clinical staging revealed cT2N1M0, and according to the NCCN v3.2024 guidelines, neoadjuvant therapy was indicated.

The treatment plan was designed based on the KEYNOTE-522 protocol, beginning with paclitaxel and carboplatin combined with pembrolizumab, followed by an anthracycline (doxorubicin or epirubicin) and cyclophosphamide regimen administered concurrently with pembrolizumab. This combination has been shown in clinical studies to significantly increase

pathological complete response (pCR) rates and improve survival outcomes in TNBC. During the planning phase, the clinical pharmacist performed the carboplatin AUC calculation and carefully assessed renal and hepatic function tests, hematological parameters, cardiac evaluation, and potential drug interactions. Antiemetic therapy, premedication protocols, G-CSF prophylaxis, and patient education regarding possible immune-related adverse events were also provided under the guidance of the clinical pharmacist.

Throughout the treatment period, the patient was monitored regularly, and chemotherapy-related toxicities such as neuropathy, mucositis, and neutropenia, as well as immune-related adverse reactions, were effectively managed with the involvement of the clinical pharmacist. After the completion of neoadjuvant therapy, the patient underwent breast-conserving surgery, and pathological examination revealed a complete response, namely ypT0N0. This outcome is considered an extremely favorable prognostic indicator for both short-term and long-term survival in TNBC. According to NCCN recommendations, nine cycles of pembrolizumab were continued during the adjuvant phase, and the patient also received radiotherapy. Since a pathological complete response had been achieved during the neoadjuvant period, capecitabine treatment was not required. In the adjuvant phase as well, the clinical pharmacist contributed to monitoring immune-related adverse effects, managing radiation-related skin reactions, providing guidance on fatigue management and nutrition, and supporting treatment adherence, thereby improving the patient's quality of life.

CONCLUSION

This study clearly demonstrates the importance of NCCN guidelines in guiding treatment strategies for aggressive tumors such as TNBC. The combination of neoadjuvant chemotherapy and immunotherapy significantly increases pathological complete response rates and positively influences long-term survival outcomes. The active involvement of clinical pharmacists at every stage of the treatment process enhances medication safety, ensures timely management of adverse effects, strengthens treatment adherence through patient education, and ultimately improves treatment outcomes.

The contribution of clinical pharmacists to both chemotherapy and immunotherapy processes has become an indispensable component of modern oncology practice. Therefore, oncology care models in which clinical pharmacists are actively integrated into the treatment process offer a highly effective approach that enhances patient safety, improves treatment efficacy, and strengthens overall clinical success.

References

1. NCCN. (2024). NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: Breast Cancer. Version 3.2024. National Comprehensive Cancer Network.
2. Schwartz, R. N., Eng, K. J., Frieze, D. A., Gosselin, T. K., Griffith, N., Seung, A. H., Hinkel, J. M., Johnson, P. E., Johnson, S. A., Li, E. C., Szabatura, A. H., & Wong, M. K. (2010). NCCN Task Force Report: Specialty pharmacy. Journal of the National Comprehensive Cancer Network, 8(Suppl 4), S1–S11.
3. National Cancer Institute. (2021, October 11). What is cancer? https://www.cancer.gov/about-cancer/understanding/what-is-cancer

4. National Cancer Institute. (n.d.). Types of cancer treatment. Retrieved November 30, 2025, from https://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/types
5. National Cancer Institute. (2025, January 31). Cancer Disparities. https://www.cancer.gov/about-cancer/understanding/disparities

IDENTIFICATION AND PRIORITIZATION OF SPAM CALL FACTORS USING FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (FAHP)

Bilge Nur Gunes
Research Assistant, Marmara University, Department of Industrial Engineering, Istanbul, Turkiye, 0009-0004-5699-3643
Hande Aydin Demirci
Senior Project Manager, Teknasyon Yazılım Hizmetleri A.Ş., Istanbul, Turkiye
Huseyin Selcuk Kilic
Professor Dr., Marmara University, Department of Industrial Engineering, Istanbul, Turkiye, 0000-0003-3356-0162

ABSTRACT

Although there are various communication channels, phone calls still play an important role in this process. However, spam calls pose significant risks and need to be addressed. If not detected, they can lead to financial and security issues, as well as a considerable loss of time. Therefore, spam call detection is crucial to mitigate these problems. Depending on the stage of the call, the spam call issue can be addressed in three phases: pre-ring, mid-call, and post-call. There are both familiar and distinct factors that can be used to detect spam calls at each phase of the time-based categorization. These factors play a key role in building an effective scoring mechanism. Therefore, this study examines them in detail to identify the most impactful ones, along with their importance weights, in order to provide a solid theoretical foundation for the scoring system. It has been identified that the effective factors and their corresponding importance weights vary across the different phases of a call. In the pre-ring phase, the most influential factors are the reputation of the caller (0.313), the blocklist status of the caller (0.275), the call intensity metrics (0.160), the social features of the caller (0.099), the call outcome metrics (0.088), the caller identity (0.038), and the call origin (0.026). During the mid-call phase, the most essential factor groups/factors are voice activity (0.403), speech content (0.257), speaker identity (0.181), voice quality (0.079), acoustic features (0.051), and noise level (0.029). The post-call phase is only considered as the updating phase for factor weights. To summarize, the most crucial spam call factor for the pre-ring phase was determined as the reputation of the caller, with a weight of 0.41, and the least crucial pre-ring factor was the call origin. While voice activity became the most crucial spam call factor for the mid-call phase with a weight of 0.403, noise level took place at the end with a weight of 0.029. These findings provide a comprehensive basis for developing a phase-specific scoring mechanism for spam call detection.

Keywords: Spam call, pre-ring, mid-call, post-call, MCDM, fuzzy

1. INTRODUCTION

Alongside the advancement of beneficial technologies, malicious counterparts have also emerged, aiming to exploit technological progress. Spam calls represent a prominent example of this trend and have significantly increased in prevalence in recent years.

According to Tu et al. (2016), there are approximately 22 million complaints about spam calls and phone scams. Spam calls cost a staggering $8.6 billion annually in the USA. Identifying spam call factors is becoming increasingly crucial for avoiding them. With the development of

natural language processing (NLP) technologies, detecting spam calls has become more challenging. Financial loss, wasted time, and social engineering attacks are just a few of the most serious problems caused by spam callers.

The current situation emphasizes that there is a need for developing a framework for spam call factors (Pietri et al., 2025). Spam calls account for 40% of calls worldwide (Gupta, 2024). According to a 2024 report by the Federal Trade Commission (FTC), while the number of robocall complaints made was over 3.4 million in 2021, this number was around 1.2 million in 2023 and 1.1 million in 2024. Despite the increase in the number of robocalls, the decrease in robocall complaints can be explained by the development of spam applications that better filter spam calls by determining spam call factors. Gupta (2024) considers that being able to detect spam calls in real time is significant for both good user experience, privacy, and security. To ensure good user experience, spam calls should be filtered while regular calls should not be, and user privacy should be protected.

Considering the gap in literature, this study seeks to provide a framework for spam call factors and aims to guide stakeholders who are concerned with spam call studies, such as telecommunication corporations, researchers, or individuals. This study identifies and prioritizes the most critical spam call factors depending on the phase of the call. Firstly, pre-ring factors and mid-call factors are identified by considering the literature after 2020. The updating phase, which is the post-call phase for spam call factors, is taken into account. Secondly, Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) steps are explained and FAHP is applied to prioritize spam-call factors both for pre-ring factors and mid-call factors After prioritizing spam call factors depending on phases of call, results of FAHP and the current understanding in the literature are assessed.

The remainder of the paper is organized as follows: Section 2 presents the literature review and identifies the relevant spam call factors. Section 3 outlines the steps of the Fuzzy AHP methodology. Section 4 details the prioritization of spam call factors using Fuzzy AHP. Finally, Section 5 concludes the paper, followed by the references.

2. LITERATURE REVIEW AND IDENTIFICATION OF SPAM CALL FACTORS

There are a myriad of studies on spam call detection. However, the scope of this study is limited to those published after 2020. The selected studies are analyzed based on the spam call factors they consider, the methodologies they employ, and the detection phase they address, namely, pre-ring, mid-call, and post-call.

Pre-ring Phase

Checking the blocklist status of the caller filters the caller if there is a potential security issue. In addition, considering call frequency helps to identify spam calls before the call. Statistical analysis, signaling protocol analysis, do-not-call (DNC) registers, whitelisting, blacklisting, greylisting, rate limiting, and reputation filtering are some of the methods for identifying spam calls (Pietri et al., 2025). A caller with a different origin, a higher frequency of calls, and a lower reputation score is more likely to be caught by the spam filter (Kwong et al., 2022). If a caller is repeatedly rejected or exceeds its assigned call quota, this raises suspicion and increases the likelihood of it being spam. Statistics-based techniques, discrete event system specification, (DEVS), multi-grey levelling, list-based methods, eigen-trust algorithm, whitelisting, blacklisting, grey listing, K- nearest neighbor classification are some of the methods used in

pre-ring phase (Javed at al., 2021). According to research by Huang et al. (2009), call/receive interactions between caller and receiver, unidirectional behavior of calls, number of calls interrupted by receiver, whether having actual ID or not, and reputation scores of callers were assessed to identify whether call is spam or not. In addition to the blocklist status of the caller, call frequency, in the study of the Quinten et al. (2007), delay of call, level of effort and automated-behavior were considered as important spam-call factors for pre-ring phase.

Mid-call Phase

Speech content and speech accent are important factors at mid-call phase (Quinten et al., 2007). Spectral features, audio fingerprint, automated-behavior (Javed et al, 2021) and voice signature, audio time distinguish components such as naturalness of voice, speech hesitation, logic of content (Kwong et al, 2022). Transforming speech content into call transcripts via speech to text APIs like (Google Text to Speech API) allows analyze and understand the content by a Long Short Term Memory Network (LSTM) and Sentence Similarity Network methods nearly real-time with high accuracy (Natarajan et al., 2021).

Post-call Phase

Call/receive interactions, calling ratio, social relationship (unidirectional behavior), interaction distribution are evaluated after call and considered as spam call factors identified in post-call phase. In the post-call phase, the number's call statistics are evaluated. A telephone number that does not receive calls but consistently receives them is more likely to be considered spam. Furthermore, one-way communication between the two numbers also supports spam call. K-means clustering and behavior-based filtering can be used in the post-call phase. List-based and reputation-based filtering methods can be used (Kwong et al., 2022). After the call, the receiver gives feedback, and this affects the credibility of the caller. Low feedback score of callers, low credibility are other supportive factors of being a spam call. Termination behavior and deposit amount paid can be considered as post-call spam factors (Quinten et al., 2007).

Table 1 examines the spam call factors found in articles researched after 2020. The detailed analysis of the studies is presented in Table 1, and the literature review is further explained in the following sections.

Table 1. Spam call detection factors

SPAM CALL DETECTION FACTORS						
No	**Author (Year)**	**Factors**	**Method**	**Factor detection phase**		**Factors' update phase**
				Pre-ring	**Mid-call**	**Post-call**
1	Pietri et al. (2025)	Blocklist status, call frequency	Statistical analysis, signaling protocol analysis, do not call (DNC) registers, whitelisting, blacklisting, grey listing, rate limiting, reputation filtering	X		X
2	Gupta (2024)	Call rate, call thickness (density)	Reputation-based filtering	X		X
		Call length	Statistical analytics		X	X

3	Indriyani & Dewanti (2024)	Credibility, spam statistics, spam rate	Reputation-based filtering	X		X
		Caller identity	User authentication	X		
4	Tran et al. (2024)	Trust rate, current status of caller, call frequency	Reputation-based filtering	X		X
		Origin of call	Numbering plan prefix	X		
		Voting data, ledger records, user reports (feedback)	Proof-of-spam consensus algorithm	X		X
5	Kumar et al. (2023)	Call frequency, call ratio	Fuzzy inference system	X		X
		Wideband noise level, voice activity detection (VAD) hangover duration, clipping ratios, mean opinion score (MOS)			X	
6	Behan et al. (2022)	Relations index, call ratio, outgoing single failed calls (OSFC), time-of-day activity	Gini index, chi-square test, machine learning classification	X		X
		Multiple calls (first outgoing failed) (MFOF), multiple calls (first outgoing successful) (MFOS)	Random forest, neural network	X		X
		Call duration	Statistical analytics		X	X
		Answered ratio	Statistical correlation, shapley additive explanations (SHAP) analysis	X		X
7	Kwong et al. (2022)	Call origin, call frequency, reputation scores	List-based filtering, reputation-based spam information filtering	X		X
		Call duration	Statistical analytics		X	X
		Voice signature, audio time	K-support vector machine (SVM) convolutional neural network (CNN)		X	
		Call/receive interactions, calling ratio, social relationship (unidirectional behavior), interaction distribution	K-means clustering, behavior-based filtering	X		X
8	Elizalde & Emmanouilidou (2021)	Reputation scores, trust scores of callers, social linkage of caller, call-rate, call-rate, call	Statistics-based techniques, discrete event system specification, (DEVS), multi-grey levelling, list-based methods, eigen-trust algorithm, whitelisting, blacklisting, grey listing, K- nearest neighbor classification	X		X

		duration, call density, call frequency, caller ID, caller-recipient rate, call traffic, call rejection rate, caller status, call quota				
		Spectral features, audio fingerprint, automated behavior	Speech detection, Turing test		X	
9	Natarajan et al. (2021)	Speech content	Speech to text		X	
		Spectral slope of voice, loudness, formant, voiced/unvoiced ratio	Linear support vector machine (L-SVM), K-SVM, CNN		X	
10	Javed et al. (2021)	Feedback score of callers, credibility	Reputation-based filtering	X		X

After identifying spam call factors in Table 1, pre-ring factors are explained in Table 2, and mid-call factors are explained in Table 3. Both pre-ring factors and mid-call factors are analyzed under five headings. The first heading shows factor names. The second heading, which is Factor-Defining Questions, explains how the factor was determined. The third heading demonstrates that components with similar meanings are classified under a single factor. The fourth heading shows the number of components, while the fifth shows the percentage the factor occupies among other factors.

Table 2. Pre-ring factors explained

Pre-ring Factors	Factor-Defining Question	Components	Number of Components	Percentage of Components
Call Origin (PR1)	Where is the call coming from?	Origin of call, call origin	2	6.06%
Caller Identity (PR2)	Who is making the call?	Caller identity, caller ID	2	6.06%
Blocklist Status of Caller (PR3)	Is the calling number on the blocklist?	Blocklist status, caller status, current status of caller	3	9.09%
Call Intensity Metrics (PR4)	What are the statistics for features such as call frequency, call rate, and call volume?	Call frequency, call rate/calling ratio/call ratio, call Thickness(density), call traffic, call quota, call-recipient rate, caller-recipient rate, relations index	8	24.24%
Call Outcome Metrics (PR5)	What is the call answering status?	Answered ratio, OSFC, MFOF, MFOS	4	12.12%

Reputation of Caller (PR6)	What is the caller's credibility rating?	Trust rate, credibility, reputation scores, trust scores of callers, feedback score of callers, spam statistics/spam rate, user reports, voting data, ledger records	9	27.27%
Social Features of Caller (PR7)	What are the social interactions of the calling number?	social relationship, social linkage of caller, call/receive interactions, interaction distribution, automated behavior	5	15.15%
		Total (Pre-ring):	**33**	**%100**

Table 3. Mid-call factors explained

Mid-call Factor	Factor-Defining Question	Components	Number of Components	Percentage of Components
Speaker Identity (MC1)	Does the voice signature match the caller?	voice signature, audio fingerprint	2	11.76%
Speech Content (MC2)	Is the content of the conversation natural and trustworthy?	speech content, automated behavior	2	11.76%
Voice Quality (MC3)	How is the voice quality?	MOS (mean opinion score), clipping ratios	2	11.76%
Voice Activity (MC4)	Are there any interruptions or abnormalities in the voice?	VAD hangover duration; audio time; call length; call duration, audio time	5	29.41%
Noise Level (MC5)	Is there any ambient noise?	wideband noise level	1	5.88%
Acoustic features (MC6)	Do the acoustic features of the call support naturalness?	spectral features, spectral slope of voice, loudness, formant, voiced / unvoiced ratio	5	29.41%
		Total (Mid-call):	**17**	**%100**

As a result of this classification, 7 factors were identified in the pre-ring phase and 6 in the mid-call phase as spam call factors. There are 33 components for the pre-ring phase, 17 components for the mid-call phase.

Hence, as a result of the literature review, the spam factors are identified as follows: for pre-ring phase, influential factor groups/factors are call origin (PR1), caller identity (PR2), blocklist status of caller (PR3), call intensity metrics (PR4), call outcome metrics (PR5), reputation of caller (PR6), social features of caller (PR7). For mid-call phase: speaker identity (MC1), speech content (MC2), voice quality (MC3), voice activity (MC4), noise level (MC5), acoustic features (MC6). The post-call phase is considered as the part where the factors of the pre-ring and mid-call phases are updated.

3. FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (FAHP) METHODOLOGY

FAHP is an effective method which is used to make decisions under situations of uncertainty in multi-criteria environment (Kilincci & Onal, 2011). FAHP involves linguistic pairwise comparisons of factors by experts considering Saaty Scale and provides prioritizing and weighting of factors. The FAHP method was explained briefly as follows (Buckley, 1985; Ayhan, 2013):

1. Linguistic pairwise comparisons of factors are taken from experts according to Saaty Scale.
2. Linguistic pairwise comparisons are converted into Triangular Fuzzy Numbers (TFNs) ($\tilde{d}_{ij}^{k}$). Linguistic pairwise comparison matrix for k^{th}expert which is denoted as $\tilde{A}^{k}$ is constructed.
3. The consistency of experts' evaluations is checked, and if consistency is less than 0.1, a re-evaluation is requested from experts.
4. If more than one expert, pairwise comparison matrices are aggregated by taking the average of experts' evaluations ($\tilde{d}_{ij}^{k}$). The aggregated pairwise comparison matrix is shown as $\tilde{A}$.
5. Geometric means of fuzzy comparison values ($\tilde{r}_i$) are calculated.
6. The fuzzy weights ($\tilde{w}_i$) for each factor is calculated.
    - Vector summations of each ($\tilde{r}_i$) are found.
    - Reciprocals of the vector summations are calculated. TFNs are ordered in increasing order.
    - Each ($\tilde{r}_i$) is multiplied by the reverse vector.
7. Fuzzy weights of factors are defuzzified by taking the average of (l, m, u) with applying Centre of Area Method. Defuzzified fuzzy weights are shown as M_i.
8. N_i is obtained by normalizing M_i.

4. PRIORITIZATION OF SPAM CALL FACTORS VIA FUZZY AHP

The factors are linguistically evaluated by three experts involved in spam call studies at a leading global technology company. The evaluation results are available and can be shared upon request, but are omitted here to save space. Before implementing the FAHP steps, the consistency of the expert evaluations is determined by using crisp numbers, and the consistency ratio is found to be less than 0.1 for each expert, and then the FAHP steps are implemented.

Table 4 demonstrates the aggregated pairwise comparison matrix for pre-ring factors ($\tilde{A}_1$).

Table 4. Aggregated pairwise comparison matrix for pre-ring factors ($\tilde{A}_1$)

	PR1	PR2	PR3	PR4	PR4	PR5	PR6	PR7
PR1	(1.00, 1.00, 1.00)	(0.33, 0.50, 1.00)	(0.12, 0.14, 0.16)	(0.16, 0.19, 0.23)	(0.19, 0.23, 0.31)	(0.11, 0.12, 0.12)	(0.18, 0.22, 0.28)	(1.00, 1.00, 1.00)
PR2	(1.00, 2.00, 3.00)	(1.00, 1.00, 1.00)	(0.14, 0.16, 0.19)	(0.18, 0.22, 0.28)	(0.28, 0.39, 0.67)	(0.12, 0.13, 0.15)	(0.22, 0.28, 0.39)	(1.00, 2.00, 3.00)
PR3	(6.30, 7.30, 8.31)	(5.29, 6.30, 7.30)	(1.00, 1.00, 1.00)	(1.33, 2.33, 3.33)	(3.00, 4.00, 5.00)	(0.53, 0.94, 1.50)	(2.00, 3.00, 4.00)	(6.30, 7.30, 8.31)
PR4	(4.29, 5.29, 6.30)	(3.60, 4.62, 5.63)	(0.30, 0.43, 0.75)	(1.00, 1.00, 1.00)	(1.33, 2.33, 3.33)	(0.26, 0.36, 0.61)	(1.33, 2.33, 3.33)	(4.29, 5.29, 6.30)
PR5	(3.27, 4.29, 5.29)	(1.50, 2.57, 3.60)	(0.20, 0.25, 0.33)	(0.30, 0.43, 0.75)	(1.00, 1.00, 1.00)	(0.19, 0.25, 0.34)	(0.56, 1.00, 1.67)	(3.27, 4.29, 5.29)
PR6	(8.22, 8.64, 9.00)	(6.63, 7.64, 8.64)	(0.67, 1.06, 1.89)	(1.64, 2.77, 3.83)	(2.90, 4.00, 5.36)	(1.00, 1.00, 1.00)	(2.67, 3.67, 4.67)	(8.22, 8.64, 9.00)
PR7	(3.60, 4.62, 5.63)	(2.57, 3.60, 4.62)	(0.25, 0.33, 0.50)	(0.30, 0.43, 0.75)	(0.60, 1.00, 1.80)	(0.21, 0.27, 0.38)	(1.00, 1.00, 1.00)	(3.60, 4.62, 5.63)

PR#: Pre-ring factor number

Table 5 demonstrates the aggregated pairwise comparison matrix for mid-call factors ($\tilde{}A_2$).

Table 5. Aggregated pairwise comparison matrix for mid-call factors ($\tilde{}A_2$)

	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
MC1	(1.00, 1.00, 1.00)	(0.53, 0.94, 1.50)	(1.67, 2.67, 3.67)	(0.19, 0.24, 0.33)	(5.33, 6.33, 7.33)	(3.33, 4.33, 5.33)
MC2	(0.67, 1.06, 1.89)	(1.00, 1.00, 1.00)	(3.00, 4.00, 5.00)	(0.46, 0.82, 1.19)	(6.33, 7.33, 8.33)	(4.33, 5.33, 6.33)
MC3	(0.27, 0.38, 0.60)	(0.20, 0.25, 0.33)	(1.00, 1.00, 1.00)	(0.13, 0.15, 0.18)	(2.67, 3.67, 4.67)	(1.00, 2.00, 3.00)
MC4	(3.00, 4.13, 5.22)	(0.84, 1.22, 2.20)	(5.53, 6.55, 7.56)	(1.00, 1.00, 1.00)	(8.33, 8.67, 9.00)	(6.33, 7.33, 8.33)
MC5	(0.14, 0.16, 0.19)	(0.12, 0.14, 0.16)	(0.21, 0.27, 0.38)	(0.11, 0.12, 0.12)	(1.00, 1.00, 1.00)	(0.28, 0.39, 0.67)
MC6	(0.19, 0.23, 0.30)	(0.16, 0.19, 0.23)	(0.33, 0.50, 1.00)	(0.12, 0.14, 0.16)	(1.50, 2.57, 3.60)	(1.00, 1.00, 1.00)

To save space, the remaining steps of FAHP are only provided for the Pre-ring case. However, results are shared for all cases.

Table 6 demonstrates geometric means of fuzzy comparison values $\tilde{r}_i$.

Table 6. Geometric means of fuzzy comparison values

Pre-ring Factors		$\tilde{r}_i$	
PR1	0.22	0.26	0.32
PR2	0.29	0.37	0.48
PR3	2.03	2.76	3.47
PR4	1.12	1.54	2.10
PR5	0.61	0.84	1.15
PR6	2.40	3.11	3.92
PR7	0.71	0.94	1.31
Total	7.37	9.82	12.76
Reverse (power of -1)	0.14	0.10	0.08
Increasing order	0.08	0.10	0.14

Table 7 demonstrates relative fuzzy weights of each pre-ring factor $\tilde{w}_i$.

Table 7. Relative fuzzy weights of each pre-ring factor

Pre-ring Factors		$\tilde{w}_i$	
PR1	0.017	0.026	0.044
PR2	0.023	0.038	0.066
PR3	0.159	0.281	0.471
PR4	0.087	0.157	0.285
PR5	0.048	0.086	0.157
PR6	0.188	0.317	0.532
PR7	0.055	0.096	0.178

Table 8 demonstrates averaged and normalized relative weights of pre-ring factors, respectively as M_i and N_i. Rounded weights are concerned.

Table 8. Averaged and normalized relative weights of pre-ring factors

Pre-ring Factors	M_i	N_i	Rounded weights
PR1	0.0292	0.0264	0.026
PR2	0.0420	0.0381	0.038
PR3	0.3036	0.2753	0.275
PR4	0.1765	0.1600	0.160
PR5	0.0966	0.0876	0.088
PR6	0.3456	0.3133	0.313
PR7	0.1096	0.0994	0.099

Pre-ring Phase

Pre-ring factors are ranked from most crucial to least crucial with their weights as follows: caller reputation (0.313), caller blocklist status (0.275), call intensity metrics (0.160), social features of the caller (0.099), call outcome metrics (0.088), caller identity (0.038), and call origin (0.026). Pareto Analysis (80/20 Rule) denotes that the first four factors (caller reputation, caller blocklist status, call intensity metrics and social features of caller) constitute 85% of all pre-ring factors. Three of the first four factors appear to be directly related to the status of the person making the call. The third factor of these four factors is related to the statistics of the call.

As a result, a consistent relationship is observed between the literature review and expert evaluations. There are remarkable similarities between the ranking of the percentages of factors reviewed in the literature and the ranking of the factor weights. To explain, the literature review denotes that the ranking of the percentages of the first four factors in decreasing order is as follows: reputation of the caller composed (0.27), call intensity metrics (0.24), social features (0.15), and blocklist status of the caller (0.09). In the literature review, these first four factors, which have the most frequently occurring components, also ranked among the first four factors in the expert evaluations, which are caller reputation (0.313), caller blocklist status (0.275), call intensity metrics (0.160), and social features of the caller (0.099). However, the rank of the blocklist status of the caller is changed. Blocklist status of the caller was placed at the fourth rank in the literature review, while it was ranked second in the expert evaluations. Call intensity metrics and social features of the caller ranked third and fourth in the expert evaluations, dropping one place.

Mid-call Phase

Mid-call factors are ranked from most crucial to least crucial with their weights as follows: voice activity (0.403), speech content (0.257), speaker identity (0.181), voice quality (0.079), acoustic features (0.051), and noise level (0.029). Pareto Analysis (80/20 Rule) shows that the first three factors which were voice activity, speech content, speaker identity metrics were crucially important factors and constitute 85% of all mid-call factors.

For the mid-call phase, when the total number of factors in the articles reviewed and counted, voice activity (0.29) is identified as the most frequently mentioned factor. Expert evaluations support literature review results. To exemplify, the voice activity factor ranked first place again with a weight of 0.403 by expert evaluations. The same situation was valid for the noise level

that is listed last for both cases. This situation shows that there is a consistent link between the literature review and expert evaluations.

To conclude the results, there are more factors identified at the pre-ring phase rather than mid-call phase. Post-call phase is only used for updating phases for all factors.

5. CONCLUSION

The increasing prevalence of spam calls due to developing technology creates significant security vulnerability. To minimize and eliminate spam calls, the factors that cause spam calls should be identified and prioritized. This study identifies the factors that play a role in distinguishing spam calls according to the phases of call which are pre-ring and mid-call phases. Factors are identified from the literature and evaluated and scored by experts using the FAHP method. Each factor is weighted and ranked according to level of importance. The literature review results and expert evaluations are interpreted.

As a result of this study, in the pre-ring stage, the most crucial factor is caller reputation, while the least important factor is call origin. In the mid-call stage, the most important factor is voice activity, while the least important factor is noise level. The pre-ring phase reveals twice as many factors as the mid-call phase.

This study provides guidance for scoring spam factors by weighting. Additionally, classifying factors based on the phase of the call contributed to the originality of the study. Furthermore, in addition to FAHP, other Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods or machine learning methods could be applied for future studies. Having a greater number of experts would be beneficial for further research.

REFERENCES

Ayhan, M. B. (2013). A fuzzy AHP approach for supplier selection problem: A case study in a Gear motor company. *arXiv preprint arXiv:1311.2886*. https://doi.org/10.48550/arXiv.1311.2886

Behan, L., Rozhon, J., Safarik, J., Rezac, F., & Voznak, M. (2022). Efficient detection of spam over internet telephony by machine learning algorithms. *IEEE Access*, *10*, 133412-133426. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3231384

Buckley, J. J., (1985) "Fuzzy hierarchical analysis", *Fuzzy Sets Systems*, Vol.17 (1), 233–247. https://doi.org/10.1016/0165-0114(85)90090-9

Elizalde, B., & Emmanouilidou, D. (2021, November). Detection of robocall and spam calls using acoustic features of incoming voicemails. In *Proceedings of Meetings on Acoustics* (Vol. 45, No. 1, p. 060004). Acoustical Society of America. https://doi.org/10.1121/2.0001533

Federal Trade Commission. (2024, November 15). *Reports of unwanted telemarketing calls down more than 50 percent since 2021*. https://www.ftc.gov/news-events/news/press-releases/2024/11/reports-unwanted-telemarketing-calls-down-more-50-percent-2021

Gupta, A. (2024, April). Detection of spam and fraudulent calls using natural language processing model. In *2024 Sixth International Conference on Computational Intelligence and Communication Technologies (CCICT)* (pp. 423-427). IEEE. https://doi.org/10.1109/CCICT62777.2024.00075

Huang, H., Yu, H. T., & Feng, X. L. (2009, November). A spit detection method using voice activity analysis. In 2009 International Conference on Multimedia Information Networking and Security (Vol. 2, pp. 370-373). IEEE. https://doi.org/10.1109/MINES.2009.253

Indriyani, I., & Dewanti, P. (2022). Truecaller's Spam Call and SMS Blocking Solution for Surveillance on Social Media. *Jurnal Mekintek: Jurnal Mekanikal, Energi, Industri, Dan Teknologi*, *13*(1), 19-29. https://doi.org/10.35335/mekintek.v13i1.121

Javed, I. T., Toumi, K., Alharbi, F., Margaria, T., & Crespi, N. (2021). Detecting nuisance calls over internet telephony using caller reputation. Electronics, 10(3), 353. https://doi.org/10.3390/electronics10030353

Kilincci, O., & Onal, S. A., (2011) "Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company", Expert Systems with Applications, Vol. 38(8), 9656-9664. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.01.159

Kwong, A., Muzamal, J. H., & Khan, Z. (2022, November). Privacy Pro: Spam Calls Detection Using Voice Signature Analysis and Behavior-Based Filtering. *The paper was presented at the 2022 17th International Conference on Emerging Technologies (ICET) on pages 184-189*. IEEE. https://doi.org/10.1109/ICET56601.2022.10004692

Kumar, A., Singh, K. U., Kumar, G., Choudhury, T., & Kotecha, K. (2023, November). Combating VoIP Spam: A Real-Time Algorithmic Approach. In *2023 7th International Symposium on Innovative Approaches in Smart Technologies (ISAS)* (pp. 1-6). IEEE. 10.1109/ISAS60782.2023.10391508

Natarajan, A., Kannan, A., Belagali, V., Pai, V. N., Shettar, R., & Ghuli, P. (2021, November). Spam detection over call transcript using deep learning. In *Proceedings of the Future Technologies Conference* (pp. 138-150). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89880-9_10

Pietri, M., Mamei, M., & Colajanni, M. (2025). Telecom spam and scams in the 5G and artificial intelligence era: analyzing economic implications, technical challenges and global regulatory efforts. *International Journal of Information Security*, 24(3), 139. https://doi.org/10.1007/s10207-025-01062-8

Quinten, V.M., van de Meent, R., Pras, A. (2007). Analysis of Techniques for Protection Against Spam over Internet Telephony. In: Pras, A., van Sinderen, M. (eds) Dependable and Adaptable Networks and Services. EUNICE 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4606. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73530-4_9

Tran, T. D., Tai, N. A., Anh, T. T., Duy, P. T., & Pham, V. H. (2024, August). Towards Transparent Spam Detection: Sentinel Call-A Distributed Ledger Solution for Call Filtering. In *2024 International Conference on Multimedia Analysis and Pattern Recognition (MAPR)* (pp. 1-6). IEEE. 10.1109/MAPR63514.2024.10660773

Tu, H., Doupé, A., Zhao, Z., & Ahn, G. J. (2016, May). Sok: Everyone hates robocalls: A survey of techniques against telephone spam. In *2016 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)* (pp. 320-338). IEEE. 10.1109/SP.2016.27

POLITICS AND STATE INSTITUTIONS UNDER THE LY DYNASTY: POWER STRUCTURE AND ADMINISTRATIVE ORGANIZATION

Bui Hoang Tan
Can Tho University (Vietnam)
https://orcid.org/0009-0005-0427-9795
Le Thi Minh Thu
Can Tho University (Vietnam)

Abstract: This study examines the political system and state institutions of Dai Viet under the Ly Dynasty (1009 – 1225), focusing on the structure of power and the organization of administrative apparatus. By analyzing the historical context of the early medieval period, the research identifies the formation and consolidation of a centralized monarchy, alongside the development of legal frameworks, administrative methods, and governing ideologies. The study explores the central and local government structures, the recruitment and roles of mandarins, as well as policies reflecting both state control and village autonomy. Particular attention is given to the transition of power from the late 10thcentury crisis to the establishment of the Ly Dynasty, highlighting policies such as population relief and national defense, which reveal lessons in patriotism, governance, and sovereignty protection. The paper emphasizes the Ly Dynasty's role in shaping political stability, administrative efficiency, and societal cohesion, offering insights applicable to contemporary state-building and governance studies. Overall, this research contributes to a deeper understanding of the foundations of political organization in medieval Vietnam and the enduring legacy of the Ly Dynasty's state institutions.

Keywords: Ly Dynasty; State institutions; Power structure; Administrative organization; Vietnamese history

I. INTRODUCTION

In the historical continuum of the Vietnamese nation, the Ly dynasty (1009–1225) is regarded as a foundational period marking the maturation of Dai Viet as an independent polity with a stable and dynamically developing political structure. It was during this era that the distinctive model of a centralized monarchical state in medieval Vietnam took shape, gradually consolidated, and established institutional foundations for subsequent dynasties. Consequently, studying the political system and state institutions under the Ly dynasty holds significant importance in elucidating the organization, operation, and ideological underpinnings of a ruling structure that exerted profound influence throughout Vietnamese history.

The urgency of this topic is further reflected in the need to clarify the administrative structure from the central court to local levels, the mechanisms for recruiting and utilizing *quan lai*, and the relationship between the state and the *lang xa* community an enduring socio-political structure in Vietnamese history. At the same time, analyzing key political ideas and

policies of the Ly dynasty such as "*khoan thu suc dan*", strengthening national unity, and safeguarding sovereignty helps reveal the essence and vitality of the Dai Viet state during a period characterized by both nation-building and resistance against external threats.

From a scholarly perspective, this study contributes to an in-depth understanding of the formation of Vietnam's medieval political institutions by analyzing the power structure, administrative organization, and governing methods of the Ly dynasty. The historical experiences derived from governance models, policy-making practices, and mechanisms for mobilizing popular support during this period may offer valuable insights for the contemporary development and improvement of modern political institutions.

Previous academic works have established an important foundation for researching this topic. *Dai Viet su ky toan thu*, compiled by Ngo Si Lien and court historians (translated edition, 1998), provides essential primary sources on the formation and development of the Dai Viet polity, including detailed accounts of the power structure, administrative offices, and statecraft under the Ly dynasty. Complementing this, Tran Thi Vinh's *History of Vietnam from the 10th to the 14th Century* (Volume 2, 2013) offers a comprehensive analysis of the political, economic, and cultural landscape of this dynasty, situating the Ly period within a broader historical context. Nguyen Minh Tuong's *The Organizational Structure of the Vietnamese Monarchic State Apparatus (939–1884)* (2015) presents an analytical framework for examining administrative structures, official ranks, and legal institutions, enabling comparative insights into the distinct features of the Ly state apparatus. More recently, Pham Duc Anh's *Model of State Organization in Vietnam from the 10th to the 19th Century* (2015) has provided specialized analyses of the *lo – phu – chau – giap* system and the relationship between the central court and *lang xa*, thereby deepening our understanding of Ly administrative governance.

Nevertheless, despite numerous existing studies on the Ly dynasty, there remains a need for a more focused, integrated, and systematic examination of the power structure, administrative model, and governing ideology of this dynasty. Therefore, this research seeks to synthesize, analyze, and interpret comprehensively the political system and state institutions under the Ly dynasty, thereby contributing to a more complete understanding of the medieval Dai Viet state model.

II. RESEARCH METHODOLOGY

In this study, the historical method is employed as the principal analytical tool to reconstruct, in an objective and accurate manner, the political system and state institutions under the Ly dynasty (1009–1225). By systematically examining a wide range of written sources including official chronicles, contemporary records, and published scholarly works the research cross-checks, analyzes, and reconstitutes the formation, evolution, and consolidation of the Ly state apparatus within its specific historical context in the early medieval period.

The application of the historical method makes it possible to reorganize events, policies, and governing models according to a logical and dialectical sequence. This approach helps to identify causal relationships between the structure of central authority, mechanisms of local administration, the system of officialdom and legal norms, and the ruling ideology of the

dynasty. As a result, the study clarifies the nature of the centralized monarchical model under the Ly, elucidating its operational characteristics, degree of stability, and the factors contributing to the resilience of state institutions over more than two centuries of existence.

The historical method is further combined with analytical and synthetic approaches to assess the extent to which political institutions influenced social life and to detect patterns of development as well as distinctive features of the administrative apparatus during the Ly period. The use of this methodological framework ensures scientific rigor, objectivity, and reliability throughout the research process, thereby enabling a comprehensive and in-depth reconstruction of the political and administrative landscape of Dai Viet under the Ly dynasty.

III. RESEARCH FINDINGS AND DISCUSSION

1. The establishment of the Ly Dynasty (1009–1225)

Under the Tien Le dynasty, the political order established during the reign of Le Hoan king initially maintained a certain degree of stability; however, this structure rapidly deteriorated after his death. As recorded in *Truong Huu Quynh et al.* (2001, p.117): *"In 1005, Le Hoan died. His sons disputed the throne and raised armies against one another."* The internecine struggles among the princes threw the court into disorder, caused social fragmentation, and triggered isolated uprisings at the local level, while externally the Tong dynasty continuously sought opportunities to interfere. This instability grew more severe under Le Long Dinh king. Although inheriting several achievements from Le Dai Hanh king, Le Long Dinh king quickly eroded the prestige of the court through cruelty and moral decadence. His brutality alienated the populace, disheartened officials, and rendered the governing apparatus profoundly weakened.

When Le Long Dinh king passed away in November 1009, the Tien Le polity entered a state of comprehensive crisis *"like a headless snake"* lacking the capacity to restrain regional military factions or to address internal challenges. A vacuum of authority emerged, demanding a figure of sufficient virtue and political credibility to restore political order. Within this context, Ly Cong Uan, a military official *(vo quan)* renowned for integrity and respected by both officials and the populace, emerged as the optimal choice. The influential support of the Buddhist clergy particularly Zen master *(thien su)* Van Hanh along with the consensus among high-ranking officials, played a decisive role in the dynastic transition. Court official Dao Cam Moc advised the court: *"At present, the people are discontented, officials are divided, and all resent the cruelty of the late emperor. If turmoil erupts, can we guarantee the safety of our own heads?"* (Ngo Si Lien, 1998, p.239). This statement reveals the prevailing political sentiment: a dynastic change was necessary to avert impending chaos.

On the 10th day of the 10th month, Year of the Ky Dau (21 November 1009), Ly Cong Uan was enthroned with the temple name Ly Thai To, adopting the reign title *Thuan Thien*, thereby founding the Ly dynasty. The transition proceeded smoothly, facing almost no resistance and reflecting broad consensus among aristocrats, officials, and the general populace. This event not only ended the crisis of the Tien Le but also affirmed the nation's determination for independence, opening more than two centuries of political consolidation and cultural prosperity that laid the foundation for Dai Viet's development.

The enthronement of Ly Cong Uan in 1009 marked not merely the conclusion of a period of crisis but also a fundamental turning point in shaping the power structure and administrative organization of medieval Dai Viet. From a polity on the verge of fragmentation, the Ly rulers constructed a more coherent and stable state along four major dimensions: consolidating central authority, formalizing administrative-legal institutions, establishing a distinctive monarch–Buddhist governance model, and strengthening military–territorial management.

First, the establishment of the Ly dynasty enabled the restoration and consolidation of centralized royal authority. Having ascended the throne amid political turmoil and regional factionalism, Ly Thai To king prioritized the strengthening of imperial power and the reconstruction of political order. The decision to relocate the capital from Hoa Lu to Dai La renamed Thang Long was not merely a geographical consideration but a strategic vision for building a unified political-administrative center capable of governing an expanding realm. Subsequent Ly rulers institutionalized royal authority through a more structured bureaucratic system, court rituals, and new symbols of kingship that reinforced the legitimacy of the post-transition dynasty.

Second, the Ly dynasty initiated the formation of a formal administrative–legal system. While the earlier Dinh and Tien Le dynasties maintained a relatively militarized and rudimentary apparatus, the Ly organized a three-tier administrative structure: the central court, the *lo/phu* level, and the *huong/xa* communities. This structure became the foundation for later Tran and Le administrations. The court also institutionalized specialized bureaucratic offices such as *Thai su, Thai uy, Thuong thu* and delineated the powers of central and local authorities, reducing the potential for local magnates to assert autonomous power. This institutional development marked an important shift toward a stable centralized monarchy.

Third, the Ly established a distinctive political model characterized by a symbiotic relationship between royal authority (*vuong quyen*) and Buddhist authority (*Phat quyen*). Ly Thai To king's accession, supported by Buddhist clergy such as thien su Van Hanh, facilitated the integration of Buddhist principles into state governance. The dynasty embraced Buddhism as a spiritual foundation for political legitimacy, leading to a governing model in which monks served as advisors, the court sponsored temple construction, and Buddhist ideals shaped administrative ethics. This fusion of secular and religious authority stabilized the monarchy after the Tien Le crisis and contributed to the moral and ideological foundations of the Dai Viet state.

Fourth, the political stability achieved under the Ly dynasty enabled territorial expansion and the strengthening of military institutions. By concentrating authority in the monarchy, the Ly reorganized the army into central *cam quan* forces and local troops at the *lo* level. This military structure supported key initiatives such as the repulsion of the Tong invasion (1075–1077), the cultivation and settlement of frontier regions, and the administration of highland *chau/dong*, thereby consolidating national borders and reinforcing state capacity.

In summary, the establishment of the Ly dynasty in 1009 was not merely a dynastic replacement but the beginning of a profound transformation in the political and administrative

structure of Dai Viet. The consolidation of central authority, the formalization of administrative institutions, the integration of Buddhist ideology into governance, and strategic military reforms laid the essential groundwork for a resilient and enduring polity. These institutional foundations enabled Dai Viet to flourish as an independent medieval state with a stable political order and a distinct cultural identity.

2. The Organization of the State Administrative Apparatus under the Ly Dynasty

The convergence of both objective historical conditions and subjective internal factors of the era created a favorable environment for the Ly dynasty to embark on the construction of a centralized state apparatus. The foundational efforts to establish a new model of state governance were initiated during the reign of Ly Thai To king (1009–1028) and were subsequently consolidated and further institutionalized under the successive reigns of Ly Thai Tong king (1028–1054), Ly Thanh Tong king (1054–1072), and Ly Nhan Tong king (1072–1127).

2.1. The Central Government

The establishment of the central government under the Ly dynasty took shape as a relatively complete administrative–political structure, composed of three principal groups of institutions: (1) offices assisting the emperor, (2) high-ranking organs responsible for state administration, and (3) specialized agencies. This structure reflects the broader tendency toward the development of a centralized monarchical state in the 11th –12th centuries.

First, the emperor stood at the apex of political authority. The Ly dynasty constructed its monarchical power on the hereditary principle, with the ruler self-affirming the status of *Thien tu* and consolidating political, ceremonial, and symbolic legitimacy. The installment of the *Hoang hau*, the designation of the *Thai tu*, and the conferral of noble titles upon members of the Ly royal clan served as mechanisms to reinforce dynastic legitimacy and institutional stability. The emperor's supreme authority was manifested not only in national governance but also in the capacity to direct and regulate the entire central administrative apparatus.

Second, the offices assisting the emperor consisted primarily of the *Sanh* and the *Han lam vien*, which played crucial roles in political coordination and administrative execution. The *Sanh* system included the *Thuong thu sanh* and the *Trung thu sanh*. Although situated within the imperial precincts, the *Thuong thu sanh* effectively functioned as the highest administrative organ, responsible for handling all civil and governmental affairs. It was headed by officials holding positions such as *Thuong thu lenh* and *Thuong thu thi lang*, supported by *Lang trung* and *Vien ngoai lang*, who managed dossiers, petitions, and administrative procedures.

The *Trung thu sanh* oversaw core governmental affairs, serving as the forum for deliberating and transmitting major state matters. Its structure included positions such as *Trung thu thi lang*, *Trung thu thua*, and *Trung thu xa nhan*. As Dang Xuan Bang notes, "*Trung thu sanh, together with the Ta - Huu Thua of the Thuong thu sanh, proceeded to the Chinh su duong to deliberate state affairs with the Prime Minister (Te tuong); this was known as Tham tri chinh su*" (Dang Xuan Bang, 1997, p.503). This illustrates the coordinated relationship between the two *Sanh* in shaping central-level policy.

Additionally, the *Han lam vien* served as the institution responsible for drafting imperial documents including *che*, *cao*, *chieu*, and *bieu* representing the emperor's political will. It was headed by the *Han lam hoc si*, supported by officials such as *Han lam truc hoc si*, *Han lam tu soan*, *Han lam dien tich*, and *Han lam tu bien*. As a key institution, the *Han lam vien* ensured the standardization of administrative language and the coherence of state communication. The *Dai Viet su ky toan thu* records a noteworthy event of institutionalization: *"In the second year of Quang Huu (1086), Ly Nhan Tong king held an examination to select men of literary talent for appointment to the Han lam vien; Mac Hien Tich passed and was appointed Han lam hoc si"* (Ngo Si Lien et al., 1998, p.281). This demonstrates the early formalization of procedures for recruiting civil bureaucrats.

Third, the system of high-ranking and specialized institutions under the Ly dynasty marked an important phase in the development of the central administrative structure. At the top of the civil and military hierarchy stood the *Te tuong*, often concurrently holding titles such as *Phu quoc Thai pho*, and granted the honorific ranks of *Tam thai* (Thai su, Thai pho, Thai bao) or *Tam thieu* (Thieu su, Thieu pho, Thieu bao). Supporting him were the *A tuong*, who held the offices of *Ta–Huu tham tri chinh su*, assisting in the conduct of governmental affairs. This constituted a strategic layer of bureaucracy essential for power allocation within the court.

Below the *Te tuong* and *A tuong* was the *Hanh khien*, one of the highest executive offices, often conferred the title *Nhap noi hanh khien dong Trung thu mon ha binh chuong su*. This position ranked immediately beneath the *Te tuong*, demonstrating a clear hierarchical differentiation within the central bureaucracy.

Two additional high-ranking institutions were the *Khu mat vien* and the *Luc bo*:

+ The *Khu mat vien*, headed by the *Ta su* and *Huu su*, was responsible for classified matters, military strategy, and national security oversight; it also participated jointly with the emperor in deliberating state affairs.

+ The *Luc bo* consisted of the ministries of *Lai, Ho, Le, Binh, Hinh,* and *Cong*, each headed by a *Thuong thu* and assisted by a *Thi lang*. This institutional structure demonstrates that the Ly dynasty had already developed a relatively complete division of administrative functions, forming the basis for further refinement under later dynasties.

An important supervisory and regulatory institution was the *Ngu su dai*, which specialized in admonition and oversight of bureaucratic officials. It was headed by officials holding the titles *Ta–Huu gian nghi dai phu*. As noted by Pham Duc Anh, this represented *"an initial step toward establishing a system of separated powers and comprehensive supervision of the administrative machinery, later increasingly consolidated"* (Pham Duc Anh, 2015, p.35). The existence of this institution reflects a progressive administrative mindset aimed at preventing bureaucratic abuses and strengthening transparency within the political system.

Finally, the remuneration system for officials under the Ly dynasty remained rudimentary. Except for officials in charge of judicial and penal affairs who, beginning in 1067, were granted an annual stipend of 50 *quan* of cash, 100 bundles of rice, and essential commodities such as fish and salt most officials did not receive fixed salaries. This highlights

the early developmental stage of the centralized state, in which the bureaucracy had not yet been fully institutionalized in economic terms.

2.2. Local Administration

The local administrative system under the Ly dynasty was organized with increasing sophistication and consolidation. The administrative hierarchy visible through the structure of the governmental apparatus reveals a multi-tiered model extending from the central authority down to the grassroots level. Designed as a centralized yet regionally adaptive system, it operated from the apex of power the king and the central court aristocracy down through the levels of *Lo / Phu / Chau / Trai,* followed by *Huyen – Huong,* and then *Giap*, before reaching the basic units such as *Thon, Sach, Dong, Nhai, Phuong*. This stratified structure not only reflected the early statecraft techniques of Dai Viet but also embodied the Ly dynasty's governing philosophy of *"tri quoc tuy thoi – tuy vuc"* (governing in accordance with temporal and regional conditions).

- Intermediate Administrative Levels: *Lo – Phu – Chau – Trai.* In response to expanding territorial management needs compared with the Dinh–Le period, the Ly dynasty launched a major administrative reform. In the year *Canh Tuat, Thuan Thien year 1* [1010], the court *"transformed the ten Dao into twenty-four Lo, and designated Hoan Chau and Ai Chau as Trai"* (Ngo Si Lien & Le dynasty historians, 1998, p.242). The increase in high-level administrative units redistributed power more precisely, reduced the burden on each jurisdiction, and improved the management of strategic regions.

+ *Lo* was the most important regional unit, serving as the primary intermediary between the central court and vast territorial zones. It was headed by a Thong phan, who exercised considerable civil–military authority.

+ *Phu* functioned as a middle-tier administrative level located in regions of strong political and cultural heritage. Under the Ly dynasty, there were nine *Phu*: *"Thien Duc (Bac Ninh), Truong Yen (Ninh Binh), Ung Thien (Ha Noi), Nghe An (Nghe An), Thanh Hoa (Thanh Hoa), Ung Phong (Nam Dinh), Phu Luong (Thai Nguyen), Quy Hoa (Yen Bai – Lao Cai – Lai Chau)"* (Pham Duc Anh, 2015, p.36). Each phu was governed by a Tri phu or Phan phu, responsible for military affairs, taxation, and judicial administration.

+ *Chau* was used primarily in remote, mountainous, and midland regions. Although comparable to *Huyen* or *Phu* in scale, it had special functions due to interactions with diverse indigenous communities. Under the Ly dynasty, roughly fifty-two *Chau* existed, varying significantly in size.

+ *Trai* was established in frontier or strategically vulnerable zones, serving simultaneously as an administrative region, a defensive perimeter, a storage hub for provisions, and a place to supervise war captives. A *Trai chu*, often drawn from local tribal leaders, governed each *Trai* demonstrating the Ly dynasty's pragmatic policy of alliance-building with indigenous elites to secure border stability.

This multi-layered administrative design illustrates the Ly dynasty's geo-political adaptability. Unlike the rigid Chinese centralized model, the Ly court permitted regional variation, thereby preserving central sovereignty while accommodating socio-cultural diversity in frontier zones.

- Lower-Level Administration: *Huyen – Huong – Giap*. Below the intermediate strata, the Ly dynasty constructed a more direct system of administrative execution:

+ *Huyen* and *Huong* were essential for population management, tax collection, and military conscription. Each *Huyen* was governed by a *Huyen lenh*, whose duties were central to maintaining local order.

+ *Giap* served as the intermediary between *huyen/huong* and the grassroots. Its existence preserved the traditional structure of Vietnamese village communities. Governed by *Quan giap* and *Chu do*, the giap primarily coordinated manpower and supervised corvée labor.

At this level, the Ly dynasty integrated a state-controlled framework with enduring village autonomy, creating a hybrid *semi-autonomous* model well suited to the socio-economic conditions of early medieval Dai Viet.

- Basic Administrative Units: *Thon – Sach – Dong – Nhai – Phuong.* The lowest administrative units reflected the residential patterns of Dai Viet:

+ *Thon* constituted the core settlement of Viet populations in the lowlands.

+ *Sach and Dong* represented dispersed indigenous communities in upland regions.

+ *Nhai (Giai)* and *Phuong* in Thang Long were unique urban subdivisions, concentrating craft, commercial, and service activities totalling sixty-one phuong.

These units enabled the state to regulate population, land, taxation, and military duties down to the smallest communities.

Synthesizing the structural layout and historical analysis, the Ly local administration displayed several defining features:

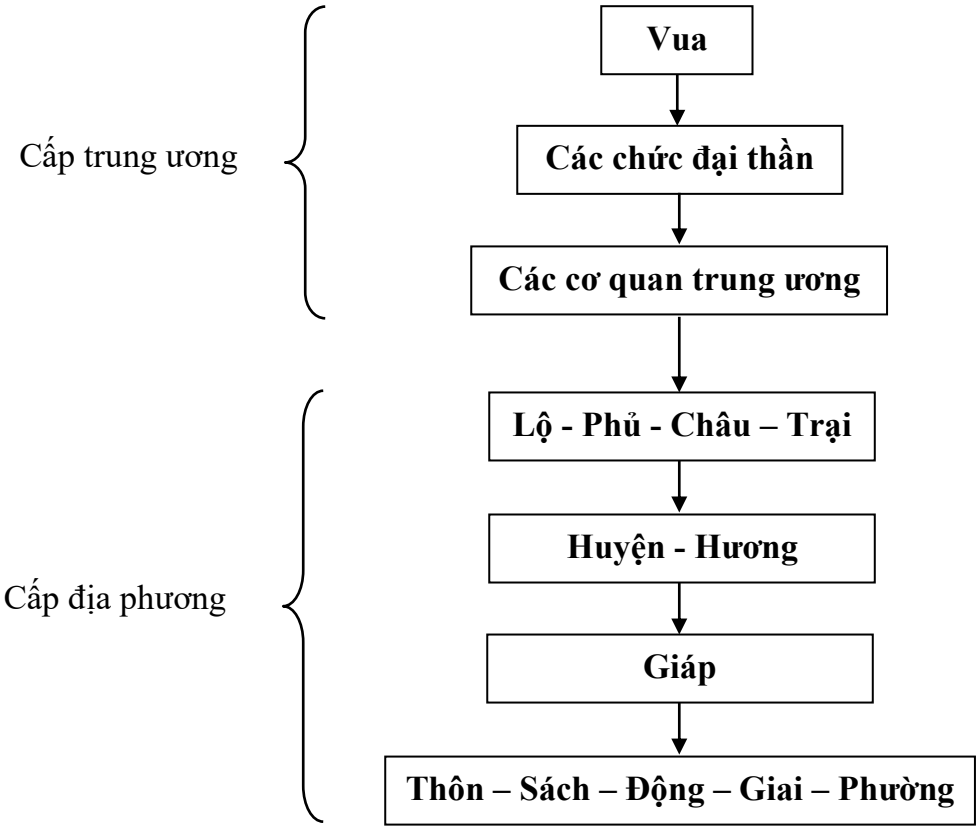
+ Centralization with flexible regional adaptation, optimizing governance for diverse territorial conditions.

+ Interweaving of state power and indigenous institutions, especially in borderlands and uplands.

+ Selective inheritance and transformation of village structures, forming a durable foundation for Vietnamese administration in later centuries.

Through this multi-level, adaptive administrative design, the Ly dynasty-maintained stability in a newly consolidated state while strengthening Dai Viet's defensive capacity and extending its influence across the region.

Diagram: Administrative Structure of the Ly Dynasty (1009–1225)



(Source: Pham Duc Anh, 2015)

2.3. The Monastic Administrative System

Parallel to the secular administrative apparatus, the Ly dynasty established a monastic administrative system *(he thong tang quan),* a distinctive institutional structure that integrated religious authority with state governance. The formation of this system stemmed from the prominent position of Buddhism in the political and social life of Dai Viet during the 11th–12th centuries. In a context where *"kings, officials, and commoners alike revered Buddhism,"* the religion emerged as a powerful spiritual and social force, prompting the royal court to organize a more systematic and effective mechanism for supervising the sangha.

The monastic administrative system under the Ly dynasty inherited certain foundations from the Dinh and Tien Le periods, yet it was substantially expanded and formalized to fulfill two principal objectives:

+ Administrative supervision of the sangha: This included regulating the number of monks and nuns, overseeing monastic activities, managing pagodas and monasteries, and ensuring that all religious practices operated within the political and legal framework of the

Ly dynasty. Such supervision strengthened state control and prevented the sangha from developing into an autonomous power center.

+ Protection of Buddhist institutions and interests: Given that pagodas, monasteries, and monastic communities served as spiritual pillars of society and formed a central component of the Ly dynasty's *"Buddhist governance"* (Phat tri quoc) the state maintained strong support for Buddhism, while simultaneously institutionalizing mechanisms to protect its authority and legitimacy.

Within this system, monks of exceptional virtue, scholarly attainment, and reputation were elevated by the royal court to prestigious positions such as *Quoc su, Tang thong, Tang luc, and Tang chinh.* It is noteworthy, however, that these monastic officials did not exercise political advisory functions in the manner of secular ministers. Their primary role was moral and doctrinal guidance: educating the king in Buddhist principles, shaping an ethos of compassionate and benevolent governance, and reinforcing the ethical foundations of royal authority.

Thus, the monastic administrative system under the Ly dynasty represented a unique institutional configuration in the history of Vietnamese statecraft: a harmonious synthesis of secular power and Buddhist spiritual authority. This structure not only reflected the deep entanglement between religion and politics in early medieval Dai Viet but also contributed to the distinct identity of the Ly polity marked by tolerance, moral governance, and the integration of religious legitimacy into royal authority.

2.4. Methods of Official Recruitment under the Ly Dynasty

From the very beginning of state-building, the Ly dynasty paid particular attention to establishing a stable and loyal administrative corps in order to consolidate central authority and improve governance across localities. The formation of the bureaucratic apparatus under the Ly followed a multi-layered model that combined several criteria: kinship relations, military merit, political prestige, and individual capability. This hybrid recruitment pattern reflected both the longstanding governing traditions of Eastern monarchies and the Ly rulers' intention to build a relatively solid bureaucratic structure appropriate for a rapidly expanding polity.

One of the most important strategies was the deliberate aristocratization and bureaucratization of the Ly lineage. Upon ascending the throne, Ly Thai To king actively granted princely titles to his sons, brothers, and close relatives, thus transforming the Ly clan into an overarching network of political authority within the court. This widespread enfeoffment ensured that key positions in the state machinery were held by close kinsmen, reducing the risk of political manipulation by external factions. At the same time, it secured political stability during the formative phase of the dynasty and strengthened the prestige and legitimacy of the king.

Complementing kinship-based power, the Ly dynasty also placed significant emphasis on honoring and employing founding (meritorious officials). Those who played crucial roles in establishing the dynasty were granted titles, offices, and sometimes marital alliances with the royal family. The case of Dao Cam Moc, who was bestowed the title *Tin Nghia hau* and married to a princess, illustrates the dynasty's strategy of integrating military merit with political

consolidation. Such measures not only adhered to the ethical principle of *trong nghia ("valuing loyalty and righteousness")* a core virtue of Đại Việt's political culture but also ensured the continued support of elite groups instrumental to the dynasty's survival. The Ly court thus maintained a balanced power structure between the royal clan and the meritorious elites.

To further institutionalize the bureaucracy, the Ly rulers adopted three principal recruitment methods: *tuyen cu*, *nhiem tu*, and *khoa cu*.

+ *Tuyen cu* allowed local communities or higher-ranking officials to recommend individuals of reputation and talent for governmental service.

+ *Nhiem tu* (hereditary succession) ensured continuity within established official families and rewarded the descendants of through the *tap am* system.

+ *Khoa cu* emerged as a preliminary form of recruitment through examinations, opening a comparatively more merit-based channel for educated individuals.

These mechanisms worked in tandem: maintaining political stability, preserving aristocratic continuity, and creating opportunities for talented individuals outside the royal clan or class.

Although the Ly dynasty did not establish a sophisticated, standardized salary system for officials, the administrative corps remained relatively competent due to strict mechanisms of evaluation *(khao khoa)* and clearly defined responsibilities for each post. This system of oversight ensured that officials were accountable, diligent, and loyal to the throne.

Through this diversified and closely supervised recruitment structure, the Ly dynasty succeeded in developing a stable and capable bureaucratic elite. This administrative corps comprising members of the royal clan, families, and an emerging scholarly class became a crucial pillar supporting the dynasty's more-than-two-century longevity. It also laid the institutional foundation for Dai Viet's subsequent political and socio-economic development under later Ly rulers.

3. General Observations

3.1. The Formation of the Ly Dynasty and the Reestablishment of Political Order – A Turning Point in the Construction of Centralized Power

The decline of the Tien Le dynasty following the death of Le Long Dinh (1009) created a profound power vacuum, manifested through internal fragmentation within the royal clan and the growing tendency toward local separatism. The enthronement of Ly Cong Uan as emperor in 1009, supported strongly by the Buddhist clergy especially the eminent monk Van Hanh reflected a politico-religious alliance aimed at reestablishing centralized authority after a period of turbulence.

The relocation of the capital from Hoa Lu to Thang Long in 1010, enacted through the *"Chieu doi do"* was not merely a geographical shift but symbolized a strategic effort to construct a new center of power: expansive, conducive to commercial exchange, and possessing both defensive and offensive advantages. This decision embodied a state-building vision grounded in geopolitical rationality, marking a transition from the militarized, defense-oriented model of the Dinh and Tien Le dynasties to a more open and stable mode of governance under the Ly dynasty.

3.2. The administrative apparatus under the Ly Dynasty: A tendency toward formalization, stratification, and specialization in state governance

The Ly dynasty was the first in the history of Dai Viet to construct a relatively complete administrative system with a multi-tiered structure. At the central level, institutions such as *Thuong thu sanh, Trung thu sanh*, and the *Han lam vien* functioned as the core organs of governmental operation. Historical sources record that the *Han lam vien* under the Ly dynasty was tasked with drafting and standardizing administrative documents. A notable example is the promulgation of the *Hinh thu* under Ly Thai Tong king in 1042 the first written legal code of Dai Viet. The establishment of a formal legal system and the textualization of governance represent significant advancements compared to the two preceding dynasties.

At the local level, the transition from the system of ten dao under the Dinh and Tien Le dynasties to twenty-four lo under Ly Thai To king (1010) constituted a major administrative reform designed to meet the demands of governing an expanding territory. The clear delineation of administrative units *lo, phu, chau, and trai* together with the appointment of specialized officials to each level, reflected an emerging tendency toward specialization in territorial administration. This development created an important characteristic of the centralized monarchical state in the pre-modern period.

3.3 3.3. The structure of monarchical power: the combination of autocracy and internal power-sharing

Although supreme authority under the Ly dynasty was concentrated in the person of the emperor, the actual operation of power did not follow a strictly linear, absolutist model. Instead, an internal distribution of authority among central institutions such as the *Te tuong, Thuong thu, Trung thu*, and *Han lam vien* reveals the Ly rulers' efforts to construct a governance structure based on mutual checks, coordination, and functional differentiation.

Historical records indicate that in major political and military decisions for example, the 1075 offensive against Ung Chau and Kham Chau, the Ly Nhan Tong king relied heavily on the strategic counsel of high-ranking officials, most notably the Thai uy Ly Thuong Kiet, as well as other senior court ministers. This demonstrates the practical influence of the upper bureaucracy in shaping state strategy and implementing nationwide policies.

Such a mode of power operation, which combined monarchical centralism with internal power-sharing, helped reduce the risks of excessive personal absolutism. At the same time, it contributed to the sustained stability and endurance of the Ly political system for more than two centuries.

3.4 The relationship between "Royal Authority and Buddhist Authority": The ideological and social foundations of the Ly dynasty's political model

Buddhism under the Ly dynasty occupied a particularly significant position in legitimizing royal authority, forming the characteristic model of *"Buddhism as protector of the state"*. The pivotal role of Thien su Van Hanh in elevating Ly Cong Uan to the throne serves as clear evidence of the political influence exerted by the Buddhist clergy. Subsequent rulers such as Ly Thanh Tong king and Ly Nhan Tong king were devout patrons of Buddhism, promulgating numerous religious policies: constructing pagodas, conferring the title *Quoc su*

upon eminent monks like *Khong Lo* and *Man Giac,* and organizing state-sponsored rituals to pray for national peace and prosperity.

These developments led to the establishment of the *tang quan* system a semi-administrative institution entrusted by the state with supervising the sangha and regulating religious activities. The synergy between royal authority and Buddhist authority not only reinforced the political legitimacy of the Ly monarchy but also contributed to stabilizing the socio-spiritual order, particularly in the aftermath of the political fragmentation that characterized the decline of the Tien Le dynasty. Such an ideological foundation provided Dai Viet with a unifying worldview, enabling the kingdom to avert centrifugal tendencies and consolidate a centralized, coherent political structure during the early medieval period.

3.5 Central government and territorial control strategy: the rational combination of administrative and military approaches

The centralization of power under the Ly dynasty was clearly reflected in both territorial planning policies and military organization. In addition to stationing troops in the Thang Long capital to protect the central authority, the Ly court established a system of local military units to control the lo, phu, and chau, particularly in border areas. The establishment of *"trai"* in Hoan Chau and Ai Chau (1010) and the strengthening of management over mountainous châu through the office of Quan muc demonstrate a dual administrative-military strategy aimed at safeguarding the frontiers.

During the resistance against the Song invaders (1075–1077), the proactive military offensives of Dai Viet forces in *Ung – Kham – Liem Chau*, coupled with the steadfast defense along the Nhu Nguyet River line, clearly illustrated the effectiveness of the military-administrative model established by the Ly dynasty. The coordination between central and local authorities in mobilizing troops and provisions indicates that the state structure under the Ly reached a high level of operational integration and efficiency.

The political system and state institutions under the Ly dynasty represent a foundational development in medieval Dai Viet history. These achievements not only enabled the Ly monarchy to maintain stability for more than two centuries but also laid the groundwork for the Dai Viet state model under the Tran and Le dynasties, affirming this period as a pivotal stage in the evolution of the monarchical state in Vietnam.

IV. CONCLUSION

Research on the political system and state institutions under the Ly dynasty (1009–1225) demonstrates that this period laid the foundation for the centralized monarchical model of Dai Viet in the medieval era. The emergence of the Ly dynasty following the crisis of the Tien Le period not only restored political order but also established a stable governance model based on legitimate royal authority, social consensus, and an increasingly formalized administrative structure. The establishment of the Thang Long capital, the organization of a three-tier bureaucratic system, the standardization of the mandarin corps, and the creation of mechanisms for coordinating power among the royal court, nobility, and Buddhism together formed a governance system that was both flexible and effective. Achievements in social stability, economic and cultural development, and frontier defense particularly exemplified by the victory against the Tong (1075–1077) reflect the comprehensive strength of the Ly political model.

From the governance experience of the Ly dynasty, several important lessons can be drawn for contemporary Vietnam: reinforcing legitimate authority and social trust as the foundation of a strong state; designing institutions in accordance with the principle of *"taking the people as the root";* organizing a streamlined, clearly decentralized bureaucracy with enhanced accountability; leveraging cultural and spiritual values as governance resources; and maintaining political stability as a prerequisite for development and safeguarding sovereignty. The core values of the Ly state model, when identified and selectively applied, continue to hold practical significance for institutional refinement and national modernization in the current context.

References

1. Pham, Duc Anh. (2015). *Model of State Organization in Vietnam from the 10th to the 19th Century*. Hanoi: Vietnam National University Publishing House.
2. Dang, Xuan Bang. (1997). *Historiography Critique*. Hanoi: Culture and Information Publishing House.
3. Ngo, Si Lien, & other Le dynasty historians. (1998). *Complete Annals of Dai Viet* (Vol. 1; translated by Institute of History). Hanoi: Social Sciences Publishing House.
4. Truong, Huu Quynh, Dinh, Xuan Lam, & Le, Mau Han (Eds.). (2001). *Comprehensive History of Vietnam*. Hanoi: Education Publishing House.
5. Tran, Thi Vinh (Ed.). (2017). *History of Vietnam, Vol. 2: From the 10th to the 14th Century*. Hanoi: Social Sciences Publishing House.

TÜRKİYE'DE TARIMIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ, STRATEJİK ÖNEMİ VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Burcu Hercan(Orcid ID: 0009-0006-1431-3405)
Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın
Doç. Dr. Yakup Onur KOCA (Orcid ID: 0000-0002-0753-0077)
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın
Prof. Dr. Osman EREKUL (Orcid ID: 0000-0002-0276-4843)
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın

Özet
Tarım sektörü, toplumların temel gıda gereksinimini karşılayan ve ekonomik yapının sürekliliğini sağlayan stratejik bir üretim alanıdır. Türkiye'de tarım; iklimsel çeşitlilik, geniş üretim alanları ve kültürel birikim nedeniyle güçlü bir potansiyele sahip olsa da son yıllarda arazi daralması, maliyet artışları, iklim değişikliğinin etkileri ve nüfus baskısı nedeniyle önemli bir dönüşüm sürecine girmiştir. Bu çalışma; Türkiye'de tarımın kavramsal yapısını, arazi kullanımındaki değişimi, ekonomik göstergeleri, dijital tarım uygulamalarını ve iklim kaynaklı riskleri bütünsel bir şekilde incelemektedir. Bulgular, tarımsal üretimde verimlilik odaklı yaklaşımların önemini ortaya koymakta; sürdürülebilir tarım politikaları için yol gösterici değerlendirmeler sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Tarım, sürdürülebilirlik, tarım alanları, gıda güvenliği, Türkiye tarımı.

CONCEPTUAL FRAMEWORK, STRATEGIC IMPORTANCE AND CURRENT APPROACHES OF AGRICULTURE IN TURKEY

Abstract
The agricultural sector is a strategic production area that meets societies' basic food needs and ensures the continuity of the economic structure. While agriculture in Turkey possesses strong potential due to climatic diversity, extensive production areas, and cultural heritage, it has undergone a significant transformation in recent years due to land shrinkage, rising costs, the effects of climate change, and population pressures. This study examines the conceptual structure of agriculture in Turkey, land use changes, economic indicators, digital agriculture applications, and climate-related risks in a holistic manner. The findings highlight the importance of productivity-focused approaches in agricultural production and offer guiding assessments for sustainable agricultural policies.
Keywords: Agriculture, sustainability, agricultural lands, food security, Turkish agriculture

1. Giriş

Tarım, bitkisel ve hayvansal üretim faaliyetlerini kapsayan, insanların temel besin maddelerine erişimini sağlayan birincil üretim sistemidir. İnsanlık tarihinin en temel üretim faaliyetlerinden biri olmakla birlikte bugün stratejik önemi her zamankinden daha yüksektir. Küresel ölçekte artan nüfus, iklim değişikliğinin yarattığı üretim baskısı, gıda fiyatlarındaki oynaklık ve doğal kaynakların hızla azalması tarım sektörünü sadece ekonomik bir faaliyet olmaktan çıkararak toplumsal güvenliğin temel bir unsuruna dönüştürmüştür (FAO, 2023).

Türkiye; sahip olduğu ekolojik çeşitlilik, geniş tarım alanları, biyolojik zenginlik ve üretim kültürü ile önemli bir tarımsal potansiyele sahiptir. Ancak son 30 yılda tarım alanlarının daralması, su kaynaklarındaki azalma, arazi parçalanması ve girdi maliyetlerindeki artış gibi

unsurlar sektörde yapısal zorluklara yol açmaktadır. Bu nedenle Türkiye'de tarımsal üretimin mevcut durumunun analiz edilmesi ve sürdürülebilir üretim yaklaşımlarının tartışılması gereklidir.
Bu çalışma, Türkiye'de tarımın kavramsal çerçevesini açıklamakta; arazi durumu, ekonomik göstergeler, dijitalleşme ve iklim değişikliği perspektiflerini bütüncül biçimde ele almaktadır.

2. Çalışma Alanı

Bu çalışma Türkiye'nin ulusal tarımsal yapısını kapsamaktadır. Türkiye üç ana iklim bölgesine (Akdeniz, Karadeniz, Karasal) sahip olup bu çeşitlilik ürün desenine doğrudan yansımaktadır. Akdeniz ve Ege'de meyve–sebze ve endüstri bitkileri; İç Anadolu'da hububat, Doğu Anadolu'da hayvancılık ve yem bitkileri baskındır. Güneydoğu Anadolu'da ise sulama yatırımları pamuk, mısır ve buğday verimliliğini artırmıştır.
Bu çeşitlilik Türkiye'nin tarımsal potansiyelinin güçlü yönlerinden biri olmakla birlikte bölgesel kırılganlıkları da beraberinde getirmektedir. Özellikle su kıtlığı, kuraklık, aşırı sıcaklık dalgaları ve toprak bozulması bazı bölgelerde tarımsal üretimi daha riskli hale getirmektedir.

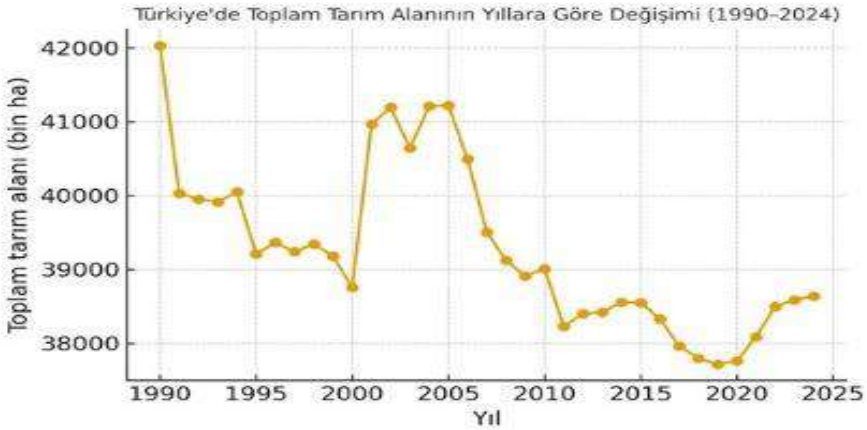
3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan tarım alanları, nüfus verileri ve Tarımsal Girdi Fiyat Endeksi (Tarım-GFE) verileri kullanılmıştır. Tarım alanlarına ilişkin uzun dönemli eğilimler 1990–2025 yılları arasında değerlendirilmiş; kişi başına düşen tarım alanı, tarım alanı verilerinin ilgili yıllardaki nüfusa bölünmesiyle hesaplanmıştır.
Tarım-GFE'nin yıllık ortalama değerleri, TÜİK'in aylık endeks verilerinden türetilmiştir. Grafikler 1990-2025 yılları TÜİK verilerine göre oluşturulmuş, eğilim hareketleri sayısal bulgular ve literatür taraması göz önünde tutularak tarımsal politika perspektifi içinde yorumlanmıştır.

4. Bulgular ve Tartışma

4.1. Türkiye'de Tarım Alanlarının Zamansal Değişimi

1990 yılında 42 milyon hektara ulaşan toplam tarım alanı, 2024 yılında 38,6 milyon hektara gerilemiştir. Yaklaşık %8 oranındaki bu kayıp, Türkiye'nin üretim kapasitesinde uzun vadeli bir daralmaya işaret etmektedir. Şekil 1, bu düşüş eğilimini açık biçimde göstermektedir.



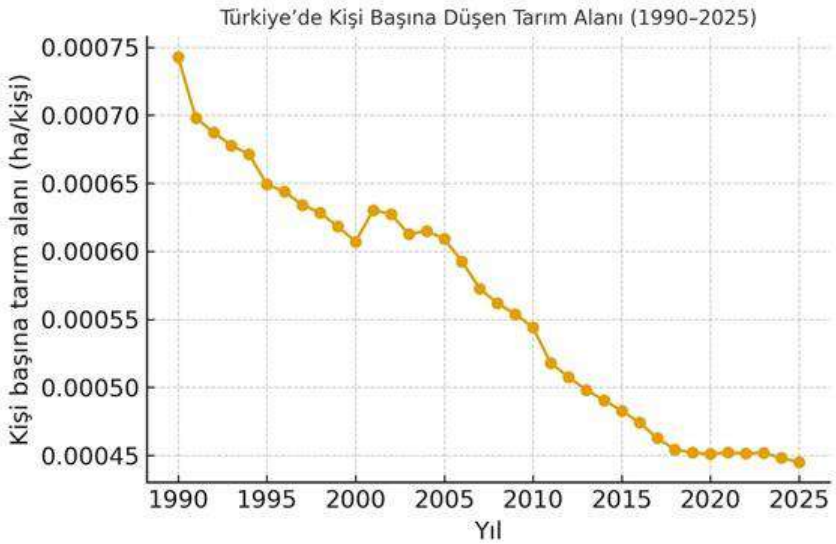
Şekil 1. Türkiye'de toplam tarım alanlarının yıllara göre değişimi (TÜİK, 2025).

Arazi kaybının temel nedenleri arasında hızlı kentleşme, ulaştırma ve sanayi yatırımları için tarım arazilerinin dönüştürülmesi, toprak verimliliğinin düşmesi, miras yoluyla arazi parçalanması ve tarım dışı ekonomik faaliyetlerin kırsal alanlarda yaygınlaşması yer almaktadır. Buna ek olarak sulama yatırımlarındaki yetersizlik ve bazı bölgelerde tarımsal üretimden çekilmesi de toplam arazi miktarını etkileyen faktörler arasındadır.

Bu eğilim, Türkiye'de tarımsal üretimde "alan artırımı" yerine "verimlilik artırımı" yaklaşımını zorunlu hale getirmektedir. Tarım alanlarının azalması, özellikle stratejik ürünlerde üretim planlamasının yeniden değerlendirilmesini, bölgesel arazi kullanım politikalarının güncellenmesini ve sürdürülebilir toprak yönetimi uygulamalarının yaygınlaştırılmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla uzun dönemli arazi daralması, tarım sektörünün geleceğine ilişkin önemli bir uyarı niteliği taşımakta ve üretim politikalarının daha bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

4.2. Kişi Başına Düşen Tarım Arazisi

Türkiye'de tarımın sürdürülebilirliğini etkileyen en kritik göstergelerden biri, kişi başına düşen tarım alanındaki uzun vadeli azalmadır. TÜİK verilerine göre 1990'lı yıllarda yaklaşık 0,74 hektar düzeyinde olan kişi başına tarım arazisi miktarı, 2025 yılı itibarıyla 0,45 hektar seviyesine düşmüştür (TÜİK, 2025). Şekil 2, bu eğilimi yıllar itibarıyla ortaya koymaktadır. Bu düşüş, tarımsal üretimin nüfus artış hızına uygun şekilde genişleyemediğini ve mevcut tarım alanlarının giderek daha fazla üretim baskısı altında kaldığını göstermektedir.



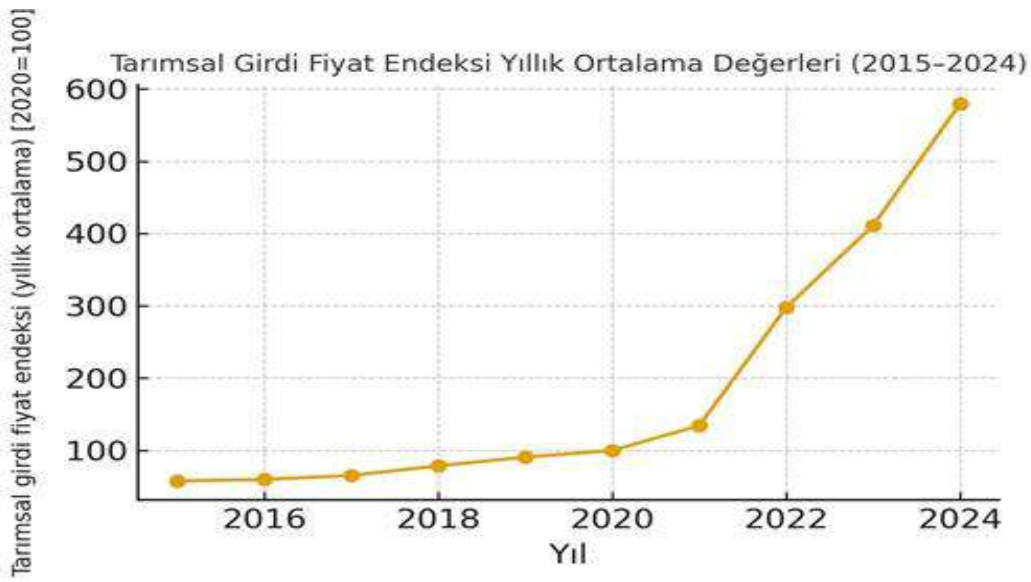
Şekil 2. Türkiye'de kişi başına düşen tarım alanı (TÜİK, 2025).

Kişi başına düşen tarım alanındaki bu azalma; nüfus artışı, tarım arazilerinin tarım dışı kullanıma açılması, miras yoluyla arazi bölünmeleri ve üreticilerin ekonomik nedenlerle tarımdan çekilmesi gibi çok boyutlu süreçlerin sonucudur. Bu durum, Türkiye'nin gıda güvenliği açısından yeni bir planlama yaklaşımına ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır.

4.3. Tarımsal Girdi Maliyetleri ve Ekonomik Etki

Tarımsal üretim maliyetleri, üreticilerin üretime devam etme kararlarında belirleyici bir role sahiptir. Türkiye'de tarımsal girdi fiyatları son yıllarda önemli dalgalanmalar göstermekte, özellikle gübre, mazot, yem, tohum ve enerji fiyatlarındaki artış üretici gelirlerini baskılamaktadır.

Tarımsal Girdi Fiyat Endeksi (Tarım-GFE) 2015 yılına kıyasla 2024 yılında yıllık ortalama bazda yaklaşık 11 kat artmıştır. Özellikle 2021–2023 döneminde enerji maliyetleri, gübre fiyatları ve döviz kuru etkisi küçük ölçekli işletmelerde maliyet baskısını ciddi seviyeye taşımıştır. Bu durum üretim kararlarını ve ekim alanlarını doğrudan etkilemektedir. Şekil 3 yıllık ortalama endeks değerlerindeki değişimi göstermektedir.



Şekil 3. Tarımsal Girdi Fiyat Endeksi değişim oranları (TÜİK Tarım-GFE, 2025).

4.4. Tarım–Gıda Güvenliği İlişkisi

Gıda güvenliği, modern tarım politikalarının temel bileşenlerinden biri olup özellikle küresel belirsizliklerin arttığı günümüzde stratejik bir önem taşımaktadır. Covid-19 pandemisi, bölgesel savaşlar ve enerji krizleri gibi küresel travmalar, tarımsal üretim kapasitesi sınırlı olan ülkelerde ciddi tedarik ve fiyatlama sorunlarına yol açmıştır. Türkiye, geniş ürün deseni ve üretim çeşitliliği sayesinde bu süreçten nispeten sınırlı düzeyde etkilenmiş olsa da tarımsal üretimdeki yapısal kırılganlıklar uzun vadeli risk oluşturmaya devam etmektedir.

Ülkede gıda güvenliğini etkileyen başlıca unsurlar; hububat üretiminde iklim değişikliğine bağlı dalgalanmalar, yem maliyetlerindeki artışın hayvansal ürün fiyatlarını yukarı çekmesi, su kaynaklarının azalmasıyla birlikte sulanabilir alanların daralması ve bazı ürünlerde giderek artan ithalat bağımlılığı olarak öne çıkmaktadır.

4.5. Dijital Tarım ve Verimlilik Artışı

Dijital tarım uygulamaları, modern tarımın en hızlı gelişen bileşenlerinden biridir. Sensör temelli izleme sistemleri, uydu görüntüleme, uzaktan algılama, ve yapay zekâ destekli mekanizmalar tarımsal üretim süreçlerini kökten dönüştürmektedir. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD), dijitalleşmenin su, gübre ve enerji kullanımında %20' ye varan tasarruf sağladığını ve verime olumlu etki ettiğini belirtmektedir.
Türkiye'de dijital tarım uygulamaları özellikle büyük ölçekli işletmelerde yaygınlaşırken küçük ve orta ölçekli işletmelerde yaygınlığın artırılması için altyapı, finansman ve eğitim desteği gerekmektedir. Dijitalleşme, Türkiye'nin azalan tarım alanları ve artan nüfus baskısı karşısında üretim verimliliğini artırmak için oldukça önemli bir unsurdur.

4.6. İklim Değişikliğinin Tarıma Etkileri

İklim değişikliği, Türkiye'de tarımsal üretimi doğrudan etkileyen temel çevresel risklerden biridir. Artan sıcaklıklar, azalan yağış miktarı, kuraklık sıklığındaki artış ve ekstrem hava olayları pek çok bölgede üretim desenlerini değiştirmekte; özellikle Akdeniz havzasında yer alması nedeniyle Türkiye bu değişimlere karşı daha hassas bir konumda bulunmaktadır (FAO, 2023).

İklim değişikliğinin tarımsal etkileri arasında bazı ürünlerde yetişme periyotlarının kısalması, verim ve kalite kayıplarının artması, sulama suyu ihtiyacının yükselmesi, zararlı ve hastalık baskılarının farklılaşması yer almaktadır. Bu koşullar Türkiye'nin uyum kapasitesinin güçlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.
Su kaynaklarının etkin yönetimi, kuraklığa dayanıklı çeşitlerin yaygınlaştırılması, ıslah çalışmalarının desteklenmesi ve minimum toprak işleme ile damla sulama gibi su verimliliğini artıran uygulamaların benimsenmesi bu uyum sürecinin önemli basamaklarını oluşturmaktadır. Dolayısıyla iklim değişikliği, Türkiye'nin tarım politikalarında uzun vadeli üretim güvenliği ve sürdürülebilirliği açısından stratejik bir öncelik olarak ele alınmalıdır.

5. Sonuçlar

Türkiye'de tarım sektörü hem ekonomik yapı hem de toplumsal refah açısından belirleyici rolünü sürdürmekle birlikte, son yıllarda önemli yapısal değişimlerle karşı karşıyadır. Arazi kullanımındaki uzun dönemli daralma, kişi başına düşen tarım alanının kritik düzeylere gerilemesi ve tarımsal girdi maliyetlerinde yaşanan dalgalanmalar sektörün üretim kapasitesini ve sürdürülebilirliğini doğrudan etkilemektedir. Bu durum, mevcut üretim alanlarının çok daha verimli kullanılmasını, kaynak yönetiminin güçlendirilmesini ve modern üretim tekniklerinin yaygınlaştırılmasını zorunlu hale getirmektedir.
Dijital tarım uygulamalarının sunduğu veri temelli üretim modelleri, özellikle su, gübre ve enerji yönetiminde ciddi avantajlar sağlayarak tarımsal verimliliğin artırılmasında önemli bir araç haline gelmiştir. Öte yandan Türkiye'nin iklim değişikliğine karşı hassas konumu, ürün deseninin yeniden planlanması, kuraklığa dayanıklı çeşitlerin yaygınlaştırılması ve iklim dostu üretim tekniklerinin geliştirilmesi gibi alanlarda yeni politikaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.
Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye'de sürdürülebilir tarımsal üretim hedefi; verimliliği artıran teknolojilerin benimsenmesi, su ve toprak kaynaklarının etkin yönetimi, üreticilerin ekonomik açıdan desteklenmesi ve iklim değişikliğiyle uyumlu politikaların geliştirilmesiyle mümkün olacaktır. Bu çalışma, tarım sektörünün mevcut durumunu ve geleceğine yönelik önemli dinamikleri bütüncül bir çerçevede ele alarak, alandaki planlama ve karar süreçlerine katkı sağlayabilecek güncel bir değerlendirme sunmaktadır.

6. Katkı

Bu çalışma, Türkiye tarımının mevcut durumunu tarımsal alan değişimi, girdi maliyetleri, dijitalleşme ve iklim etkileri ekseninde bütüncül biçimde inceleyerek alan yazına güncel bir değerlendirme sunmaktadır. Özellikle tarımsal sürdürülebilirlik ve verimlilik odaklı politika geliştirme süreçlerine katkı sağlayabilecek bulgular ortaya koymaktadır.

7. Kaynakça

FAO (2023). Food and Agriculture Statistics.
FAO (2024). Global Food Security Report.
OECD (2022). Agricultural Outlook.
OECD (2023). Digital Agriculture Report.
IPCC (2023). Climate Change Synthesis Report.
TÜİK (2023). Bitkisel Üretim İstatistikleri.
TÜİK (2024). Tarım-GFE Endeks Verileri.
World Bank (2024). Agricultural Land Indicators

TÜRKİYE'DE TARLA BİTKİLERİ ÜRETİM SİSTEMİNİN YAPISAL ANALİZİ: İKLİM, SU, TOPRAK VE GİRDİ BİLEŞENLERİ

Burcu Hercan(Orcid ID: 0009-0006-1431-3405)
ADÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Aydın
Doç. Dr. Yakup Onur KOCA (Orcid ID: 0000-0002-0753-0077)
ADÜ Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın
Prof. Dr. Osman EREKUL (Orcid ID: 0000-0002-0276-4843)
ADÜ Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın

ÖZET

Türkiye'nin tarımsal yapısı; iklim zonları, yağış rejimi, toprak özellikleri ve işletme ölçeği gibi çok boyutlu faktörlerin etkisi altında şekillenen karmaşık bir sistemdir. Tarla bitkileri, Türkiye'de toplam ekili alanların büyük bölümünü oluşturarak gıda, yem, yağ, lif ve sanayi hammaddesi üretiminde stratejik bir rol üstlenmektedir. Bu çalışma, Türkiye'de tarla bitkileri üretim sisteminin yapısal bileşenlerini; iklim, su, toprak, arazi kullanımı ve girdi maliyetleri ekseninde değerlendirmektedir. Bulgular, kuraklık riski, yağış düzensizliği, sulama açığı, düşük organik madde düzeyi ve yüksek girdi maliyetlerinin üretim kapasitesini sınırlayan temel unsurlar olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak Türkiye tarımında verimlilik artışının alan genişlemesine değil; modern sulama teknikleri, toprak yönetimi ve girdi verimliliğine dayalı yapısal dönüşüme bağlı olduğu vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye tarımı, tarla bitkileri, su yönetimi, iklim değişikliği, girdi maliyetleri

THE STRUCTURAL ANALYSIS OF FIELD CROP PRODUCTION SYSTEMS IN TURKEY IS AN INVESTIGATION INTO THE CLIMATIC FACTORS, WATER RESOURCES, SOIL CHARACTERISTICS AND INPUT FACTORS

ABSTRACT

Turkey's agricultural structure is a complex system that has been shaped by a multitude of factors, including climate zones, precipitation regimes, soil characteristics, and farm scale. Field crops, which account for a significant proportion of Turkey's total cultivated land, play a pivotal role in the production of food, feed, oil, fiber, and industrial raw materials. The present study undertakes an evaluation of the structural components of Turkey's field crop production system in terms of climate, water, soil, land use, and input costs. The findings indicate that drought risk, rainfall irregularity, irrigation deficit, low organic matter levels, and high input costs are the primary factors limiting production capacity. It is therefore emphasized that productivity growth in Turkish agriculture is contingent not on land expansion, but on structural transformation based on modern irrigation techniques, soil management, and input efficiency.

Keywords: Turkish agriculture, field crops, water management, climate change, and input costs.

GİRİŞ

Türkiye, farklı iklim kuşaklarının kesişim alanında yer alması nedeniyle çok çeşitli tarımsal üretim potansiyeline sahiptir. Ülke yüzölçümünün yaklaşık üçte biri tarım alanı niteliğindedir ve bu alanların büyük kısmını tarla bitkileri oluşturmaktadır. Tarla bitkileri; tahıllar, baklagiller, yağlı tohumlar, endüstri bitkileri ve yem bitkilerini kapsayarak ülkenin hem gıda güvenliğine hem de sanayi hammaddesi ihtiyacına katkı sağlar.

Şekil 1. Türkiye'de toplam işlenen tarım alanlarının dağılımı (Kaynak: TÜİK, 2024).

Türkiye'nin tarımsal yapısını belirleyen temel etkenler arasında iklim zonlarının çeşitliliği, yağış rejiminin düzensizliği, su kaynaklarının sınırlılığı, toprak bozunumu ve yüksek girdi maliyetleri yer almaktadır. Bu nedenle tarla bitkileri üretim sisteminin sürdürülebilirliği, tüm bu bileşenlerin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Türkiye'de ekili alanlar, nadas alanları ve bahçe tarımı alanlarının yüzdesel dağılımını göstermektedir. Veriler, ülkenin tarımsal üretim deseninin tahıl ağırlıklı yapısını ortaya koymaktadır

ÇALIŞMA ALANI

Türkiye üç ana iklim kuşağının etkisi altındadır:

- **Akdeniz iklimi**: Sıcak, kurak yazlar; ılık ve yağışlı kışlar. Pamuk, mısır, yerfıstığı ve turunçgil üretimi baskındır.
- **Karadeniz iklimi**: Yıl boyu düzenli yağışlarla çay ve fındık üretimi.
- **İç Anadolu–Güneydoğu karasal iklimi**: Düşük yağışlı yarı kurak koşullarda buğday, arpa, mercimek ve nohut üretimi.

Türkiye'nin iklimsel farklılaşması ürün desenini belirleyen temel unsur olup, tarla bitkileri üretim kapasitesinde önemli rol oynar.

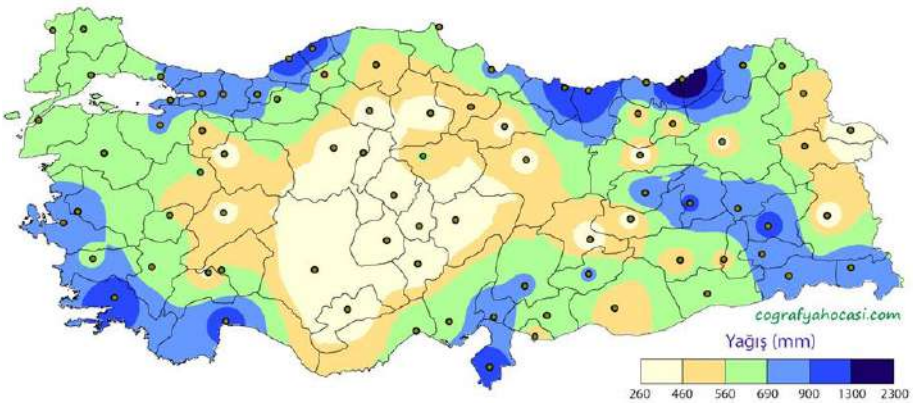
Şekil 2. Türkiye'nin iklim kuşakları

Üç ana iklim zonunun (Akdeniz, Karadeniz, İç Anadolu–Güneydoğu) tarımsal üretim üzerindeki belirleyici rolünü göstermektedir. Bitki deseni ile iklim arasındaki mekânsal ilişkiyi yansıtır.

Yağışın bölgesel dağılımı da oldukça heterojendir:

- Karadeniz: 1200–2500 mm
- Akdeniz: 800–1300 mm
- Ege: 600–900 mm
- İç Anadolu ve Güneydoğu: 300–500 mm

Bu farklılıklar su yönetimi ve verimlilik açısından kritik öneme sahiptir.



Şekil 3. Türkiye yağış dağılımı

Bölgelere göre yıllık toplam yağış miktarlarını göstermekte olup, su yönetimi açısından kritik farklılıkları ortaya koymaktadır (Kaynak: MGM–TÜİK).

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma TÜİK, DSİ ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın güncel verilerinin derlenmesiyle oluşturulmuş tanımlayıcı bir analizdir. Tarım alanları dağılımı, ürün deseni, yağış zonları, toprak organik madde düzeyleri, sulama kapasitesi ve girdi maliyetleri grafiksel ve istatistiksel göstergeler üzerinden değerlendirilmiştir.

Metinde belirtilen şekiller, ilgili kurumların resmi veri setlerinden üretilen grafiklerin bağımsız JPEG/TIFF formatlarındaki açıklamalarını temsil etmektedir.

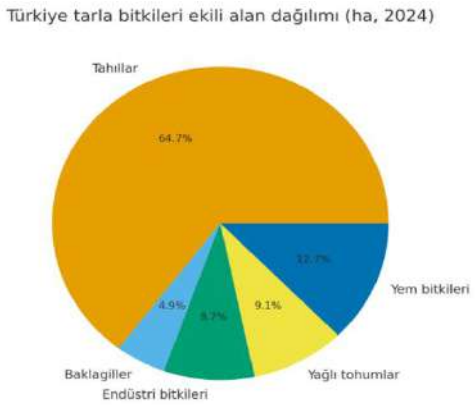
Bu çalışmada kullanılan tarımsal alan, ürün deseni, iklim, yağış, toprak ve girdi maliyetlerine ilişkin veriler TÜİK (2024–2025), DSİ (2024), Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yıllık raporlarından derlenmiştir. Çalışmada kullanılan grafikler, ilgili kurumların ham veri tabloları esas alınarak Microsoft Excel ve GIS tabanlı haritalama araçlarıyla yeniden oluşturulmuştur. İklim ve yağış analizlerinde uzun yıllar ortalamaları ile yıllık anomali değerleri karşılaştırılmış; tarım alanlarının yapısal dağılımı ise yüzdesel oranlar ve kategori bazlı sınıflandırmalar üzerinden değerlendirilmiştir.

Analiz tekniği tanımlayıcı istatistiksel yaklaşım olup, nicel veriler grafiksel eğilimler üzerinden yorumlanmıştır. Bulguların yorumlanmasında iklim değişikliği, su kaynakları yönetimi, toprak verimliliği ve ekonomik sürdürülebilirlik kapsamında mevcut literatür dikkate alınmış; Türkiye tarım sisteminin güçlü ve kırılgan yönleri bu çerçevede değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

1. Tarım Alanlarının Yapısal Dağılımı

Türkiye'de toplam işlenen tarım alanlarının %66'sı ekili tarla alanıdır. Meyve, sebze, bağ ve zeytinlikler toplam alanın %26'sını oluştururken, nadas alanları yaklaşık %9'dur. Bu yapı, Türkiye'nin hâlen tahıl ağırlıklı bir üretim sistemine sahip olduğunu göstermektedir.

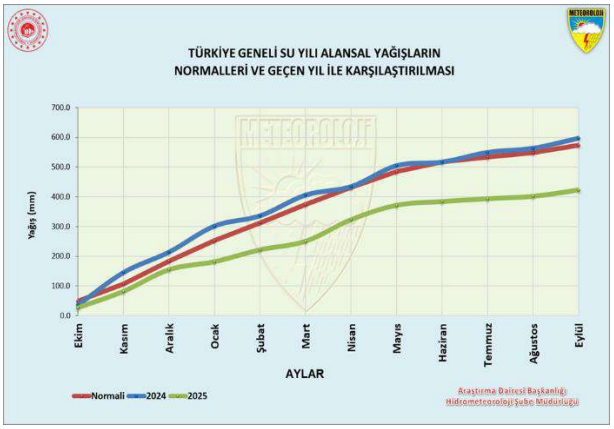


Şekil 4. Tarla bitkilerinin ürün gruplarına göre alan dağılımı

Tahıllar, baklagiller, yağlı tohumlar, endüstri bitkileri ve yem bitkilerinin toplam ekiliş içindeki oranlarını göstermektedir (Kaynak: TÜİK, 2025).

2. İklim Değişikliği ve Kuraklık Riski

Yağışların yıllar arasında ciddi dalgalanma göstermesi, özellikle yarı kurak bölgelerde kuraklık riskini artırmaktadır. 2025 su yılında yağış ortalamalarının düşmesi, üretim planlamasında belirsizliği artırmıştır.

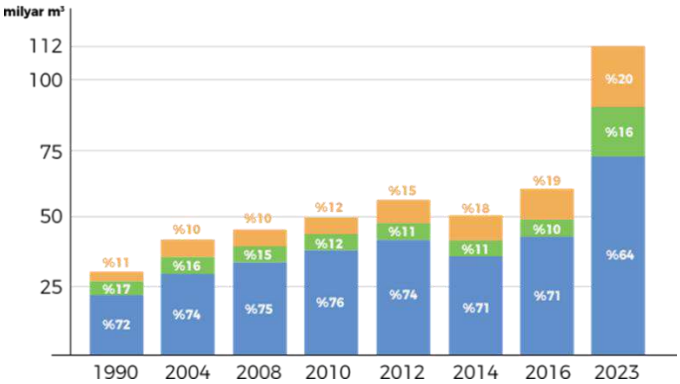


Şekil 5. Yıllık yağış anomalisi

Yağış miktarlarının uzun yıllar ortalamasından sapmalarını göstermektedir. Kuraklık riskinin yıllar arasında nasıl değişkenlik gösterdiğini ortaya koyar (Kaynak: MGM).

3. Su Kaynakları ve Sulama Kapasitesi

Türkiye'de su tüketiminin yaklaşık %69'u tarımsal sulama için kullanılmaktadır. Ancak sulanabilir alanın yalnızca dörtte biri fiilen sulanabilmektedir. Bu durum verim artışının önündeki en temel kısıtlardan biridir.



Şekil 6. Türkiye'de su kullanım oranları (tarımsal–sanayi–hane halkı)

Toplam su tüketiminin tarımsal sulama, sanayi ve hanehalkı arasındaki dağılımını göstermektedir (Kaynak: DSİ, 2024).

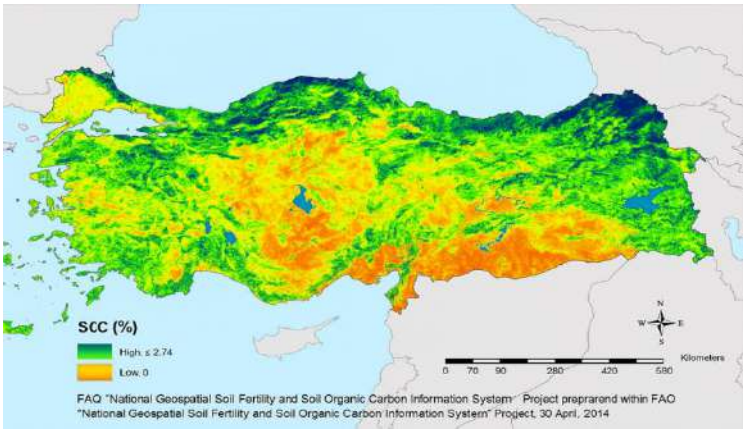
Arazi kullanımı	Sulanan arazi	Sulanmayan arazi	Toplam
Toplam arazi	24,1	75,9	100,00
Ekilen tarla arazisi	27,8	72,2	100,00
Sebze ve çiçek bahçeleri (Fidelikler ve Örtü altı dâhil)	72,7	27,3	100,00
Meyve ve diğer uzun ömürlü bitkiler ile içecek ve baharat bitkilerinin kapladığı arazi (Fidanlık ve Örtü altı dâhil)	25,8	74,2	100,00
Kavaklık-Söğütlük	58,4	41,6	100,00
Tarıma elverişli olup kullanılmayan arazi	7,3	92,7	100,00
Daimi çayır arazisi	35,0	65,0	100,00
Diğer araziler	-	100,0	100,00

Şekil 7. Sulanabilir alan–sulanan alan karşılaştırması

Türkiye'de potansiyel sulanabilir alan ile mevcut sulanan alan arasındaki farkı göstermektedir. Sulama açığını ortaya koymaktadır (Kaynak: DSİ, 2024).

4. Toprak Kalitesi ve Organik Madde Azalışı

Türkiye topraklarının önemli bir bölümü organik madde açısından fakirdir. Ülke ortalaması %1,0–1,5 düzeyinde olup, ideal seviyeler olan %3–4'ün oldukça altındadır. Organik madde; toprak yapısı, su tutma kapasitesi, agregat stabilitesi, besin döngüsü ve mikrobiyal aktivite üzerinde belirleyici bir unsur olduğundan, düşük seviyeler bitki gelişimini doğrudan sınırlamaktadır. Tarla bitkilerinde görülen verim dalgalanmalarının büyük bölümü, toprak organik maddesi yetersizliği ve buna bağlı olarak oluşan su stresi ile ilişkilidir.

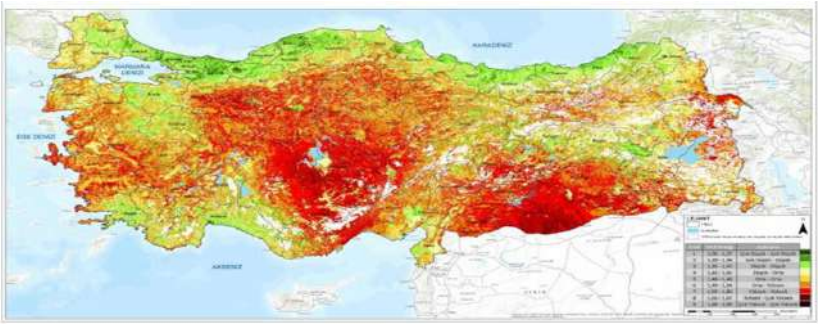


Şekil 8. Türkiye topraklarının organik madde dağılımı

Şekil 8, Türkiye'nin organik madde (SOC %) dağılımını göstermekte olup, Karadeniz ve Doğu Anadolu'nun bazı kesimlerinde organik maddenin nispeten yüksek, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'da ise çok düşük seviyelerde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, kurak bölgelerde su tutma kapasitesinin daha da azalmasına ve tarla bitkilerinde verim kayıplarının artmasına yol açmaktadır.

Toprak kalitesini olumsuz etkileyen bir diğer önemli unsur ise erozyondur. Türkiye, topoğrafik yapı, iklim koşulları, bitki örtüsü ve arazi kullanım alışkanlıkları nedeniyle yüksek erozyon riski taşıyan ülkelerden biridir. Erozyon, özellikle eğimli arazilerde toprak yüzeyini hızla

inceltmekte; organik madde, azot ve fosfor gibi besin elementlerinin kaybına neden olarak toprak verimliliğini düşürmektedir.



Şekil 9. Türkiye'de toprak erozyonu şiddetinin mekânsal dağılımı.

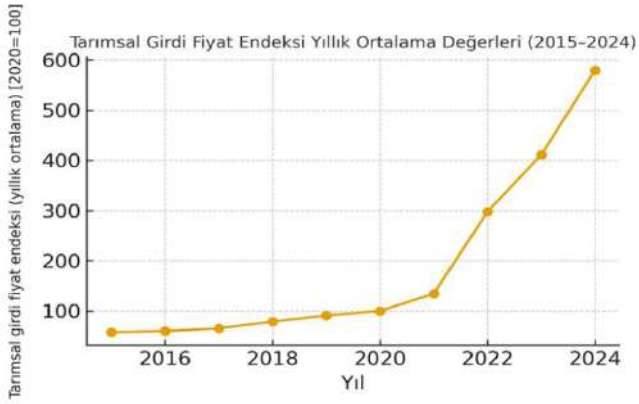
Şekil 9, Türkiye'de erozyon şiddetinin mekânsal dağılımını göstermekte ve İç Anadolu, Doğu Anadolu ile Güneydoğu Anadolu'da erozyonun çok yüksek seviyelerde olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşın kıyı bölgeleri ve alüvyal ovalarda erozyon şiddeti göreceli olarak daha düşüktür. KAYNAK: Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM)2023

Erozyonun yoğun olduğu alanlarda toprak derinliğinin azalması, su tutma kapasitesinin düşmesi ve organik maddenin taşınarak kaybedilmesi, tarla bitkileri üretiminde verimliliği sınırlandıran temel sorunlardan biridir.

Türkiye'de toprak kalitesi ve organik madde azalışının, üretim sisteminin sürdürülebilirliği üzerinde kritik bir baskı oluşturduğunu; özellikle tahıl üretiminin yoğun olduğu yarı kurak bölgelerde toprak yönetimi, organik madde artırımı ve erozyon kontrolünün zorunlu olduğunu göstermektedir.

5. Girdi Bağımlılığı ve Üretici Üzerindeki Etkileri

Mazot, gübre, tohum ve pestisit fiyatlarındaki artış, özellikle tarla bitkileri üreticilerini doğrudan etkilemektedir. Girdi maliyetlerindeki bu yükseliş, üretici davranışlarını şekillendirmekte; daha düşük maliyet gerektiren ürünlere yöneliş veya ekim alanlarında daralma gibi sonuçlar doğurmaktadır. Türkiye'nin tarımsal üretim yapısı büyük ölçüde dışa bağımlı girdilere dayandığı için, küresel piyasalardaki fiyat dalgalanmaları üretim maliyetlerine hızlı bir şekilde yansımaktadır.



Şekil 10. Tarımsal girdi fiyat endeksi

Gübre, mazot, tohum ve kimyasal ilaç fiyatlarındaki yıllık değişimi göstermektedir. Üretici maliyetleri üzerindeki baskıyı ortaya koymaktadır (Kaynak: TÜİK).

6. Tartışma

Elde edilen bulgular, Türkiye'de tarla bitkileri üretim sisteminin temel belirleyicilerinin iklim koşulları ve suya erişim olduğunu göstermektedir. Özellikle İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yağış miktarının düşük olması, kuraklık riskini artırmakta ve sulama kapasitesinin yetersizliği verimlilik üzerinde önemli bir kısıt oluşturmaktadır. Literatürde su kısıtının tahıl verimlerinde %20–40 arasında kayıplara yol açabileceği belirtilmekte olup, bu çalışma da aynı eğilimi destekleyen bulgular sunmaktadır.

Yağış rejiminin düzensizleşmesi, yalnızca toplam yağış miktarının azalmasıyla değil, mevsimsel dağılımın bozulmasıyla da üretim planlamasını güçleştirmektedir. Bitki gelişiminin kritik dönemlerinde meydana gelen su stresi, verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır.

Toprak organik maddesi düzeylerinin düşük olması da kuraklık riskini artıran diğer bir faktördür. Organik madde; su tutma kapasitesi, toprak yapısı ve besin döngüsü üzerinde kritik bir role sahiptir. Literatürde organik madde oranındaki %1'lik artışın toprak su tutma kapasitesini anlamlı biçimde yükselttiği belirtilmektedir. Dolayısıyla Türkiye topraklarında yaygın görülen organik madde yetersizliği, tarla bitkilerinin verim artışını sınırlayan temel yapısal sorunlardan biridir.

Girdi maliyetlerindeki artış ise ekonomik bir baskı oluşturarak üretici tercihlerinde önemli değişikliklere yol açmaktadır. Yüksek maliyet nedeniyle birçok üretici düşük girdi gerektiren ürünlere yönelmekte; bu da ürün deseninin değişmesine ve birim alandan elde edilen gelirin düşmesine neden olabilmektedir. Türkiye'nin dışa bağımlı girdi yapısı, üretim sistemini küresel fiyat dalgalanmalarına karşı kırılgan hâle getirmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye tarla bitkileri üretim sisteminin sürdürülebilirliği; iklim uyumu, modern sulama altyapısının geliştirilmesi, toprak iyileştirme uygulamalarının yaygınlaştırılması ve girdi verimliliğini artıran politikaların hayata geçirilmesine bağlıdır. Bu çalışma, mevcut yapının güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koyarak tarımsal planlama açısından stratejik öneme sahip dönüşüm alanlarını işaret etmektedir.

SONUÇLAR

Türkiye tarımında tarla bitkileri üretim sistemi; iklim değişikliği, su yetersizliği, düşük toprak organik maddesi, parçalı arazi yapısı ve yüksek girdi maliyetleri nedeniyle baskı altındadır. Sürdürülebilir üretim; modern sulama sistemleri, toprak yönetimi, ölçek ekonomileri ve yerelleşmiş girdi üretim modellerinin geliştirilmesine bağlıdır. Başarı kriteri artık aynı alandan daha fazla ve daha verimli üretim yapmak olarak yeniden tanımlanmalıdır.

KATKI

Bu çalışma, Türkiye tarla bitkileri sistemine ilişkin kapsamlı bir yapısal değerlendirme sunarak; su yönetimi, toprak verimliliği, iklim uyumu ve girdi ekonomisi gibi kritik bileşenlerin birlikte ele alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- TÜİK (2024). Tarım alanları istatistikleri.
- TÜİK (2025). Bitkisel üretim verileri.
- DSİ (2024). Su kaynakları değerlendirme raporları.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2024). Tarımsal üretim ve girdi maliyetleri raporu.
- MGM (2024). Yağış ve iklim değerlendirme raporu.
- ÇEM (2023). Türkiye erozyon envanteri

KIRIM SAVAŞI DÖNEMİNDE İSTANBUL'DA GÜNDELİK HAYATIN BATILILAŞMA İZLERİ

TRACES OF WESTERNIZATION IN EVERYDAY LİFE İN ISTANBUL DURİNG THE CRİMEAN WAR

Büşranur YALÇIN
Murat Hudavendigar Anatolian Imam Hatip High School

ÖZET
1856 tarihinde sona eren Kırım Savaşı, Osmanlı Devleti açısından önemli bir dönüm noktası niteliğindedir. Bu savaşla Osmanlı Devleti, Avrupa devletlerinin fiilen kendi safında yer aldığını görmüştür. Savaş sonrasında müttefikler, Osmanlı Devleti'ni Avrupa devleti olarak görmeye karar vermiştir. İngiltere, Fransa ve Piyemonte'nin katıldığı bu ittifak, çıkar amaçlı Rusya'ya karşı denge siyaseti yürütmüş ve Osmanlı'nın yanında yer almıştır. Savaş sadece cephede değil İstanbul'da da belirgin değişimlere yol açmıştır. Müttefik kuvvetleri ve ailelerinin başkente gelmesi, şehir kültüründe hızlı ve görünür değişimlere yol açmıştır. Bu dönüşümler, eğlence hayatı, gündelik yaşam ve toplumsal alışkanlıklarla Avrupa tarzına oldukça yaklaşmıştır. Şehircilik alanında görülen yenilikler Avrupa etkisini gösterse de zaman zaman müttefiklerin olumsuz tutum ve davranışları yerel halk arasında tepkiye neden olmuştur. Savaş sürecinde sağlık, ekonomi ve kentsel düzendeki aksaklıklar, hem Osmanlı yönetimi hem de yabancı müttefikler tarafından tespit edilip eksiklikler giderilmeye çalışılmıştır. Osmanlı Devleti'nin Batı'ya yönelişini hızlandıran bu süreç, esasında Lale Devri'nden başlayan modernleşme çizgisinin Tanzimat ve Islahat Fermanlarıyla da devam eden bir süreç niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Kırım, İstanbul, Modernleşme, Şehircilik, Islahat Fermanı

ABSTRACT
The Crimean War, which ended in 1856, constituted a significant turning point fort he Ottoman Empire. Through this war, the Ottoman Empire witnessed, fort he first time, the active participation of European states on its side. After the war, the allied powes decided to recognize the Ottoman Empire as a European state. The alliance formed by Britain, France and Piedmont pursued a balance of power policy against Russia based on mutual interests and stood by the Ottomans throughout the conflict. The war brought notable changes not only on the capital led to rapid and visible tarnsformations in urban culture. These changes brought entertainment life, Daily practices and social habits closer to European models. Although innovations in urban planning reflected strong European influence the negative attitudes and behaviors of some allied members occasionally created discontent among the local population. During the conflict, deficiencies in health services, economic management and urban organization were identified by both the Ottoman administration and the foreign allies, and efforts were made to address them. This process, which accelerated the Ottoman Empire's orientation toward the West, was, in essence a continuation of the modernization trend that had begun during the Tulip Era and advanced wit the Tanzimat and Islahat Edicts.

Keywords: Crimean, Istanbul, Modernization, Urban Planning, Islahat Edict

Giriş

Osmanlı Devleti, kuruluş ve yükselme döneminde zeki, savaşçı, karizmatik liderlerin önderliğinde; eğitim, sağlık, hukuk ve askeri alanında güçlü bir imparatorluk görünümündeydi. Ancak duraklama ve gerileme dönemlerinde imparatorluk artık eski ihtişamlı günlerinde değildi. Savaşlar kaybedilmeye, sınırlar daralmaya başlamış ve önemli kurumlar eski işlevini yitirmişti. Buna rağmen Osmanlı, kendini hâlâ dönemin en güçlü devleti olarak görmeye devam ediyor ve Batı'daki gelişmelere yüz çeviriyordu.

1718 yılında imzalanan Pasarofça Antlaşması'na kadar bu durum devam etti. Avusturya ile yapılan bu antlaşma, Osmanlı'nın artık güç kaybını kabul ettiğini ve yönünü Batı'daki gelişmelere çevirmeye başladığı önemli bir dönemeçti. Bu nedenle ilk adım olarak, Avrupa'ya elçi göndermek oldu. Böylece Osmanlı'da ilk batılılaşma hareketi, 18. yüzyılın başında yaşanan Lale Devri ile başlamıştır.

Paris'te bulunan Türk elçisinin başlattığı yeni tarz moda, sosyal hayatta karşılığını bularak İstanbul'da da etkisini göstermiş olsa da, Batılı yaşam biçimine karşı olan İslam toplumu ve onların desteklediği baskıcı gruplar tarafından tepkiyle karşılaştı. 1730 yılında İran'da yaşanan yenilgi ve saray masraflarının göz ardı edilemeyecek kadar fazla olması bardağı taşıran son damla oldu. Patrona Halil'in başlattığı yeniçeri isyanıyla yeniliklere ara verilse de bu hareketin etkileri ilerleyen dönemlerde devam edecekti. (Beşirli, 1999, s.135).

1789 'da Avrupa'da gerçekleşen Fransız İhtilalinin yansıması Osmanlı Devleti'ni de etkileyen yeni bir döneme girildi. Devrimin ilk etkileri, Padişah III. Selim döneminde görülmeye başlanmıştır. III.Selim, modernleşme sürecinde Tanzimat'ın öncüllerinden biri olsa da, önündeki en büyük engelleyici güç Yeniçeri Ocağı idi. II. Mahmud ise bu yenilik hareketlerinin önünde en büyük engel olan bu kurumu kaldırarak Osmanlı'nın birçok alanında modernleşmenin önünü açmıştır. II.Mahmud'un gerçekleştirdiği ıslahat hareketleri, kendisinden sonra gelen Sultan Abdülmecid için geliştirmesi gereken bir temeli oluşturmuştur. (Beşirli, 1999, s.135).

II. Mahmud'un ölümünden sonra tahta geçen Sultan Abdülmecid, 3 Kasım 1839'da Tanzimat Fermanını ilan etti. Bu ferman, özellikle Osmanlı halkını toplumsal açıdan etkileyecek bir reform programı niteliğindeydi. Bu reform programı, İngiltere başta olmak üzere Avrupalı devletlerinin Osmanlı politikalarını takip ettiği ve giderek daha denetleyici bir konuma geldiği dönemi başlattı. Kırım Savaşı'nın sona ermesiyle Paris'te toplanacak olan konferansta, Rusya'nın Ortodoksların haklarını bahane ederek Osmanlı'nın içişlerine karışmasının önüne geçilmesi amacıyla, Avrupalı devletlerin baskısıyla Islahat Fermanı yayımlandı. Bu ferman, müttefik devletlerin Osmanlı Devletini bir Avrupa devleti olarak kabul etmeleri için şart koşulmuş olsa da ileriki süreçlerde Osmanlı uluslarının bağımsız istekleri için manifesto niteliği kazanacaktır. (Berkes, 2022, s.271).

Osmanlı'nın modernleşme süreci, akademisyenler tarafından tartışma konusu olmuştur. Ortak fikir olarak bu sürecin "*otokratik modernleşme*" niteliği taşıdığı yönündedir. Bu düşüncenin oluşmasında, padişahlar ve paşalar tarafından uygulanan reformların yukarıdan aşağıya şekilde uygulanması yer alır. Bu nedenle, batılı olmayan devletlerde modernleşme sürecinin, geçmişle bağını kopararak daha hızlı ve dış etkilerle şekillendiği düşünülmektedir. Bazı tarihçilere göre bu süreci "*savunmacı modernleşme*" kavramı üzerinde durur. Onlara göre Osmanlı'nın batılılaşma çabaları, kendisinden güçlü devletlere direnmek yerine, onlarla özdeşleşerek varlığını koruma amacı taşır. (Yılmaz, 2020, s.17).

Paris Konferansı sürecinden önce, Osmanlı'nın uzun yıllardır sürdürdüğü modernleşme çabaları Kırım Savaşı sırasında özellikle başkentte gözle görülebilecek şekilde hız kazanmıştır. Bu hızlı değişim, toplumsal yaşamın yanı sıra birçok kurumda da kendini göstermiştir. Müttefik kuvvetlerin aileleriyle birlikte İstanbul'a gelmeleri, kendi yaşam tarzlarını savaş süreci boyunca Osmanlı toplumuna entegre etmeleri bu dönüşümün en önemli etkeni olmuştur. Ayrıca Osmanlı Devleti'nin Rusya karşısında oldukça savunmasız bir durumda olması ve yardıma gelen müttefik devletlerle sürtüşmek istememesi, batılı etkenlerin daha kolay yerleşmesine ortam sağladı.

Süreç içerisinde özellikle şehirleşme kültüründe, eğlence anlayışında ve gündelik yaşam alışkanlıklarında belirgin değişimler yaşanmıştır. Öte yandan sağlık hizmetleri, salgın hastalıklarla mücadele ve savaşın getirdiği diğer zorluklar bu dönemin önemli meselesi olarak yerini almıştır. Kırım Savaşı süreci boyunca İstanbul halkı, yabancı askerler ve onların ailelerine geçici ev sahipliği yaparken, modern yaşam tarzıyla doğrudan temas kurmuş ve bu toplum için kalıcı izler bırakan farklı tecrübeler ve dönüşümlerin yaşanmasına yol açmıştır.

Kırım Savaşına Giden Süreç

Osmanlı Devleti'ni ekonomik, sosyal ve kültürel açılardan derinden etkileyen en önemli gelişmelerden biri, 1853-1856 yılları arasında meydana gelen Kırım Savaşı'dır. Osmanlı Devleti, bu savaşta Rusya'ya karşı farklı cephelerde mücadele etmek zorunda kalmıştır. Savaşın resmen başlamasına neden olan olay, Rusya'nın Osmanlı Devleti'ne ait Eflak ve Boğdan'ı 22 Haziran 1853 tarihinde işgal etmesidir. Savaşın ilerleyen safhalarında İngiltere, Fransa ve Sardunya Krallığı da Osmanlı Devleti'nin yanında savaşa katılmıştır. Bu devletlerin Osmanlı'dan yana tavır almalarını tetikleyen gelişme ise, 30 Kasım 1853'te Sinop'ta Osmanlı donanmasının Rusya tarafından ani bir baskınla imha edilmesidir. Rusya'nın Karadeniz'de güç kazanması, İstanbul'un işgal tehlikesiyle karşı karşıya kalması anlamına gelmekteydi. Üstelik Rusya'nın tarihî hedeflerinden biri, boğazları ele geçirerek sıcak denizlere ulaşmaktı. Bu durum, özellikle bölgedeki stratejik çıkarlarını korumak isteyen İngiltere'yi ciddi biçimde rahatsız etmiştir. Osmanlı Devleti ise denge politikası çerçevesinde büyük devletler arasındaki çıkar çatışmalarını kendi lehine kullanmak istemiş ve Rusya'ya karşı açılacak cephelerin artmasına onay vermiştir. (Çakır, 2009, s.1831-1832).

Kırım Savaşı'na giden sürecin öncesinde, Fransa ile Rusya arasında yaşanan **Kutsal Yerler Meselesi**, iki devlet arasındaki gerginliği artıran temel etkenlerden biri olmuştur. Osmanlı Devleti sınırları içerisinde yaşayan Katoliklerin koruyuculuğunu Fransa, Ortodoksların koruyuculuğunu ise Rusya üstlenmek istemiştir. Bu rekabette üstün gelen taraf Fransa olmuştur. 1852 yılında Fransa, 1740 kapitülasyonlarıyla Osmanlı Devleti'nden elde ettiği "*Katolikleri koruma"* hakkını yenilerken, Rusya aynı hakkı yeniden elde edememiştir. Bunun üzerine Rusya, çoğunlukla Ortodoks nüfusun yaşadığı Eflak ve Boğdan'ı işgal ederek Osmanlı Devleti'ne karşı savaşı fiilen başlatmıştır. Rusya, işgali görünürde "*Ortodoksların haklarını koruma*" gerekçesiyle meşrulaştırmaya çalışsa da, bu hamlenin arka planında çok daha derin ekonomik ve stratejik nedenler bulunmaktaydı. Nitekim Rusya, 1829 Edirne Antlaşması'yla Tuna Vilayetinin özerkliğini sağlamış ve bu bölge üzerinden kara ve deniz ticareti yapma hakkı elde etmiştir. Özellikle bölgedeki buğday ticareti, Rus ekonomisi açısından büyük önem taşımaktaydı. Rusya'nın buğday ihracatında en önemli müşterisi İngiltere idi. Ancak İngiltere, 1838 Balta Limanı Ticaret Antlaşması'yla Osmanlı Devleti'yle daha avantajlı ticaret koşulları elde etmiş; yüksek vergi ödediği Rusya yerine düşük vergilerle Osmanlı Devleti ve Balkan ülkelerinden buğday temin etmeye başlamıştır. Bu durum, Rusya açısından Eflak ve Boğdan'ı daha da stratejik hale getirmiştir. Öte yandan Rusya, 1833 tarihli Hünkar İskelesi Antlaşması'yla elde ettiği Boğazlar üzerindeki nüfuzunu, 1841 Londra Boğazlar

Sözleşmesi'yle büyük ölçüde kaybetmiştir. Bu sözleşmeye göre, Rusya herhangi bir Avrupa devletiyle savaşa girdiğinde Boğazlar Rusya'nın lehine kapatılabilecekken, sözleşme sonrası Boğazların statüsü uluslararası bir komisyonun denetimine bırakılmıştır. Bu gelişme, Rusya'nın dış politika hedeflerine ağır bir darbe vurmuştur. (Acar,2017, s.115-116).

Rus Çarı I. Nikolay'ın, 1853 yılında Prens Mençikov'a yazdığı mektupta yer alan şu ifadeler, dönemin siyasi atmosferini açıkça yansıtmaktadır:

"İngiliz ve Fransız donanmalarının hâlâ Boğaz'a girip girmediğini bilmiyoruz; ama öyle bile olsa, onlardan kim korkar ki? Yarın Fransızlara ve İngilizlere, eğer gemileri Karadeniz'de görülürse, bunu bize karşı bir hareket olarak kabul edeceğimi ve Osmanlı Devleti'ne karşı olduğu gibi onlara karşı da harekete geçeceğimizi bildireceğim."

Bu ifadeler, Rusya'nın yalnızca Osmanlı Devleti'ni değil, aynı zamanda onun yanında yer alan İngiltere ve Fransa'yı da açıkça karşısına aldığını göstermektedir. (Acar, 2017, s.116).

Yabancı Müttefiklerin Başkent İstanbul'a Gelişi

Osmanlı Devlet'inin yanında savaşa fiilen katılan Avrupa'dan gelen askerlerin toplam sayısının yaklaşık yüz elli bin civarında olduğu, bunlardan yalnızca kırk bin kadarının İngiliz askerlerinden oluştuğu belirtilmektedir. Başkente gelenler yalnızca yüksek rütbeli subaylardan ibaret olmayıp, onların aileleri de kendilerine eşlik etmiştir. Bu durum, İstanbul'un gelenekleri, kültürel yapısı ve alışkanlıkları üzerinde belirgin bir dönüşüm etkisi yaratmıştır. Eşleriyle birlikte İstanbul'a gelen subaylar, şehrin en güzel semtlerinde ve yalılarda konaklamışlardır. Savaş tüm zorluklarıyla sürerken, bu subaylar eğlence hayatından geri kalmamışlardır. (Esiner, 2017, s.210).

Şehre yerleşen yabancı müttefik askerler ve onların eşlerine halkın yaklaşımı ise söylentilere göre olumlu olmuştur. Halk arasında, "*Allah'ın seçilmiş millete yine merhametini gösterdiğini, kâfirlerin gönlünü onlara doğru çevirdiğini*" yönünde ifadeler dile getirilmiştir. Ramazan ayında yapılan vaazlardan en meşhuru, Fatih Camii'nde Hacı Pîr Efendi'nin verdiği vaazlardır. Hacı Pîr Efendi'nin vaazlarında, Osmanlı Devleti'nin yardımına koşan İngiliz askerlerinin diğer kafirlerden ayrı olduğunu, bu nedenle cehenneme atılmayacaklarını ve cennetin en güzel köşesinde yer bulacaklarını belirtmiştir. Halk ise askerlerin kendi dinleri gereği kilise de dua etmediklerini ya da perhiz tutmadıklarını gördüklerinden, onların tehlikesiz olduklarını düşünmüşlerdir. Ancak misafir olarak gelen bu müttefik askerler zamanla şehri işgal etmiş gibiydiler. Halkın, gözlemlerine göre İngiliz askerleri namaz vakitlerinde camilerde dolaşmakta, kadınları rahatsız etmekte, sokak köpeklerini zehirlemekte, kuşları vurmaktadır. Hatta eğlence amaçlı oymalı mezar taşlarını kaldırımda taş olarak kullanmışlardır. Ayrıca, sokak isimlerini karışık ve telaffuzu zor bulduklarından özellikle Üsküdar'da kendi yaşadıkları bölgelerde sokak ve semt isimlerini değiştirmişlerdir. Bu isimlerle (Albert St, Wood St, St. Queen, St. Andrew St. vb.) yeni haritalar ve şehir planları oluşturmuşlardır. Şehrin kültürel dokusu her açıdan değişikliğe uğramış, ilk defa misyonerlik merkezleri açılmış; yabancı okullar ve mason loncaları kurulmuştur. İstanbul'daki ilk mason locası, Paris Antlaşması sonrası İngiliz Henry Bulver tarafından faaliyete geçirilmiştir. (Esiner, 2017, s.210).

Geleneksel konut anlayışı da Batı etkisiyle dönüşüme uğramıştır. Batı tarzında yapılan mobilyalar ya da ev süslemeleri aynı zamanda doğu etkisinden izler taşır. Batı taklitçiliğe karşı tepki artınca Osmanlı tarzında mobilyalar üretimine devam etmiş, hatta yabancılarında ilgisini çekmiştir. Batı tarzında ısıtmalar konutlarda kullanılmaya başlanmıştır. Önceleri ısınma için mangal, tandır ve ocak kullanılırken, artık salonlarda Batı tarzı şömineler yerini almıştır. İlk zamanlarda statü göstergesi olarak süs amaçlı evlerde yer alsa da ilerleyen süreçlerde konak ve saraylarda ısınma amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. Fakat toplumda bir kesimin "*Peygamber*

zamanında yoktu" söyleminde bulunarak eleştirilmiş, şer'î temeli bulunmadığı gerekçesiyle mangal kullanılmaması gerektiğini savunmuşlardır. (Demirarslan, 2006, s.59).

Kırım Savaşı ile birlikte İstanbul'un eğlence, zevk ve gündelik yaşamında yaşanan dönüşümler sonucu "*moda*" kavramı ortaya çıkmıştır. Osmanlı'nın üst düzey bürokratik aileleri bu dönüşüme kısa sürede uyum sağlamışlardır. Savaş sürecinde İstanbul'a sadece askerler değil, farklı meslek gruplarına mensup kişiler de gelmiştir. Yabancılara hatıra eşyası satmak amacıyla ilk antika dükkanları açılmış; Osmanlı halkı için bu yeni bir kültürel unsur olarak görülmüştür. Yabancı kültürün etkisiyle çok sayıda mağazalar açılmıştır. Gündelik yaşamda kullanılan yastık ve minderlerin yerini, kanepe ve sandalyeler yer almış; yemek kültürün de taşınabilir sini yerine yemek masası, çatal ve bıçak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle Beyoğlu, Avrupa'dan veya Amerika dan gelen mallara yoğun talep gösterilen, farklı ülkelerden gelen yabancılar için de bir merkez haline gelmişti. Fransa yapımı yataklar, düz ve beşikli sandalyeler, dikişsiz kunduralar, kuyruklu piyanolar, dikiş makineleri ve çeşitli ilaçlar bu dönemde rağbet görülen ürünler arasındaydı. Gazetelerde dikkat çeken bir diğer unsur ise Osmanlı halkının yeni tanıştığı *çukulata* olmuştur. Halk arasında kısa sürede çok sevilen ve özellikle çocukların da ilgi gösterdiği bu yiyecek, kahve yanında, pişirilmeden ya da ekmekle birlikte tüketilebileceği belirterek övgüyle anlatılmıştır. Öte yandan İstanbul'a gelen yabancılar arasında doktorlar, avukatlar ve dil hocaları da bulunmaktaydı. Gazetelerde İngilizce, İtalyanca, Fransızca bilen kadın öğretmenlerin ilanları yer almakta, özellikle zengin bürokrat ailelerin kız çocuklarına dil eğitimi vermek amacıyla bu öğretmenlere büyük ilgi gösterildiği anlaşılmaktadır. Ayrıca yine yurtdışından gelen bazı yabancı doktorların varlığıysa toplumun gizlemeyi tercih ettiği cinsel yolla bulaşan hastalıkların tedavisi için evlerde ücretsiz muayene hizmeti sundukları görülmektedir. (Çekmez, 2017, s.17).

İstanbul'un Kentsel Dönüşümü

Tanzimat dönemiyle başlayan mimari dönüşüm, Kırım Savaşı döneminde de belirgin bir şekilde devam etmiştir. Sanayi Devrimiyle birlikte Avrupa'da artan sanayileşme, yaşanan yoğun çalışma temposu ve artan nüfus yoğunluğu bireylerin şehir hayatının kaoslundan uzaklaşma eğilimini beraberinde getirmiştir. Bu süreçte insanlar, daha kırsal ve doğayla iç içe, su kenarlara yakın, bu tarz sakin yerleri tercih etmektedirler. Bu eğilim, "*sayfiye*" kavramını ortaya çıkarmıştır. Avrupa kentlerinde yaygın olarak görülen bu durum Kırım Savaşı sırasında İstanbul'da da görülmüştür. Kırım Savaşı süresince özellikle Boğaziçi yoğun talep görmüş; bu da yalıların değerinin ve kira bedellerinin gözle görülür artışına neden olmuştur. Yabancı askerler ile diplomatik temsilcilerin bu bölgede yoğunlaşmaları, Boğaziçi'nin hem konum hem de kültürel açısından yerel halkı etkilemiştir. (Köylü, 2025, s.391).

Kırım Savaşı zamanı şehir hayatında meydana gelen değişimlerden birisi de eğlence mekanı, kafe, lokanta ve otellerin sayısındaki artıştır. Daha pahalı şekilde döşenen ve elit müşterilere hitap eden kafeşanlarda, misafirlerin esnafa altın bahşişi vermesi olağan durum haline gelmiştir. Her ne kadar semtlerin görünümü değişse de imkanlar sınırlı kalmaya devam etmiştir. Özellikle yabancı misafirlerin ağırlandığı Pera, hâlâ Avrupa standartların gerisindeydi. Sokaklarda parklar olmadığından halk, eğlence ve gezinti amacıyla mezarlıkları tercih etmekteydi. Pera'daki zengin kesim, ihtişamlı kıyafetlerle mezarlıklarda dolaşır; tatil günlerinde ise burada piknik ve şenlik düzenlerdi. Hatta Fransız asker bandosu, yer sıkıntısından dolayı Pera'daki büyük mezarlıkta konser vermek zorunda kalmıştır. Böylece, mezarlıklar, sosyal yaşamın en canlı yerine dönüşmüştü. (Kutan,2022, s.88).

Kışın özellikle yolların çamurlu, çöpler ve hayvan dışkılarıyla dolu olması, elçiliklerde düzenlenen davetlere katılan kadınların elbiselerinin kirlenmesine neden oluyordu. Bu durum, birkaç hamal tarafından taşınan "*sedan sandalyesi*" ya da *tahtıveran* denilen araçların

kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Ayrıca sokakların yeterince aydınlatılmaması nedeniyle fenersiz dışarı çıkmak mümkün değildi; fakat bu seferde şehir eşkıyaların açık hedefi haline geliniyordu. Zamanında Yeniçeri Ocağı'nın kaldırılmasının ardından güvenlik zafiyeti yaşanmış, Akdeniz Coğrafyasından gelen başıboş grupların etkisiyle hırsızlık ve cinayet olayları artmış, yeni kurulan kolluk teşkilatı ise bu durum karşısında yetersiz kalmıştır. (Kutan, 2022, s.93.)

Yabancıların, Osmanlı idaresine yaptığı baskılar sonucunda, şehirdeki temizlik, sağlık ve ulaşım gibi ihtiyaçların karşılanması amacıyla 1854 yılında ilk belediye örgütü olan *Şehremaneti* kurulmuştur. Yayınlanan nizamnameyle bölgeler 14 belediye dairesine ayrılmış; sokaklar gaz lambalarıyla aydınlatılmış, kaldırım taşları döşenmiş, kanalizasyon sistemi kurulmuş, çöp toplama hizmeti başlatılmış, modern parklar oluşturulmuş ve binalara numara verilerek semtler daha temiz ve güvenilir hale getirilmiştir. (Kutan, 2022, s.94).

Osmanlı Devleti'nin başkenti İstanbul'da, Fransız sefirinin olumlu açıdan dikkatini çeken unsurlardan biri şehir teşkilatındaki itfaiye meselesiydi. Kendi ülkesinin bu konuda yetersizliğine dikkat çeken Fontmagne, İstanbul'da çok sayıda yangın gerçekleştiğini, etrafı sürekli denetleyen *Pazvant* adı verilen bekçiler tarafından kontrol edildiğini belirtir. Ellerinde koca demir sopalarla "*yangın var!*" diye bağırarak semtin adını anons eden bu bekçiler, yangının nerde çıktığını halka duyururdu. Beyazıd Kulesi'ndeki nöbetçiler çan çalarak yangını haber verirken, aynı zamanda top atışlarıyla da yangının bulunduğu semt belirtilirdi. Top atışların sayısı, İstanbul'daki numaralandırılmış semte göre değişir ve yeri belirlemek amaçlanırdı. Ayrıca Galata Kulesi'nden, yangını duyurmak amacıyla parlak, ışık saçan toplar atılmaktaydı. Fransız Sefir, itfaiyecilerin oldukça cesur ve çevikliğinden bahsederken; sırtlarında tulumbalarla, çıplak ayaklarla bağırarak yangın yerine koşmalarını büyük bir hayranlıkla anlatmıştır. Eğer büyük bir yangın söz konusuysa, Sultan Abdülmecid bizzat olay yerine giderdi. Bunun için ahırında gece gündüz hazır bir şekilde bekletilen bir atı bulunurdu. (Yerguz,2022, s.46).

Başkent İstanbul'un Yenilenen Eğlence Hayatı

Tanzimat Dönemi'ne kadar Osmanlı'da lokanta kültürü henüz oluşmamıştı. Sokaklarda satılan yemekler daha çok tezgahlarda bulunan pilav ya da havada pişirilmiş et idi. İnsanlar satın aldıkları yemekleri, çömelerek ya da ayakta hızlıca yerdi. Batı tarzında lokantalar ilk defa Galata'da, ardından Pera'da açılmıştır. Bu mekanlar, tek tip yemek satışından farklı olarak masa, sandalye, çatal ve bıçak takımlarının bulunduğu daha nezih ortamlarda yemek yeme imkanı sunmaktaydı. Ev dışı sosyalleşmenin önemli bir yeri olan lokantalarda, kadın erkeklerin bir arada eğlenebildikleri müzikli ortamlarda bulunmaktaydı. Ayrıca Kırım Savaşı ile birlikte gelen başkentte çay tüketimin yaygınlaşmasında ve buna bağlı olarak çay partilerinin ortaya çıkmasında ülkeye gelen yabancıların etkisi oldukça büyüktü. Özellikle Tanzimat'tan sonra yoğun talep üzerine kıraathane, kahvehane, gazino ve meyhanelerde çay satışı yapılmaya başlanmıştır. Beyoğlu başta olmak üzere pek çok yerde çay toplantıları düzenlenmiş, bu geleneği başlatanlar ise Kırım Savaşı için İstanbul'a gelen müttefik devletlerin aileleri olmuştur. Kültür ve sanatla uğraşan önemli kişilerin toplandığı kıraathane ve kahvehaneler zamanla kaliteli kitlesini kaybederek kumar bağımlıların uğrak yeri haline gelmiştir. (Harmandar, 2020, s.117).

Ebuziyya Tevfik'e göre, ilerleyen süreçte özellikle 1860'lı yıllarda halk artık çekinmeden sokaklara çıkıp eğlence hayatına katılmaya başlamıştır. Ancak bu yeni açılan mekanlardaki eğlence anlayışı, dönemin basınında eleştirilmiş; erkekler, kumara, içkiye ve kadınlara para harcamamaları konusunda uyarılmıştır. Bu yaşam tarzına kapılan bazı erkekler, hayatlarının sonunda ya hapishanede ya da fakirlik içinde kalmışlardır. (Kutan, 2022, s.96).

Tanzimat'tan sora, Kırım Savaşı'yla Avrupalılarla olan ilişkilerin artması sonucunda Osmanlı toplumunun eğlence hayatında önemli bir yer haline gelecek olan Balo kültürü artık sosyal yaşamın bir parçası haline gelmiştir. Bu balo kültürüyle kadınlar eğlence hayatında daha aktifken erkekler de bu ortamlarda kendilerine bir eş adayı bulma fırsatı elde etmişlerdir. Balolar, bekâr kadın ve erkeklerin karşı cinsle tanışıp kendilerini beğendirme çabası içine girdikleri sosyal etkinliklerdi. Bu ortamda taraflar, belirli bir mesafe içinde edep ve nezaket çerçevesinde kendilerini ifade etmeye çalışmışlardır. Balolar, genellikle gece yarısından iki saat önce gerçekleşirdi. Erken saatlerde katılmak yerine, ilerleyen saatlerde katılmak daha makbul sayılmaktaydı. (Ak-Öztunç, 2023, s.3-10).

Avrupa'da eğlence hayatının vazgeçilmez kültürel faliyetlerinden bale, opera ve tiyatronun Kırım Savaşı süresince İstanbul'da geniş bir halk kitlesiyle karşılık bulmuştur. Aslında opera ve tiyatro Osmanlı'nın yabancı olduğu bir kavram değildi. İlk defa kavramsal izleri, Yirmisekiz Mehmet Çelebi'nin Paris'e elçi olarak görevlendirildiğinde rastlanmaktadır. Aradan geçen yetmiş yedi yılın ardından 1797 tarihinde, Padişah III.Selim, Topkapı Sarayında ilk operayı seyretmiş; fakat izlediği operanın içeriği hakkındaki bilgiler günümüze ulaşamamıştır. Padişah III.Selim'in sır kâtibi Ahmed Efendi'nin Avrupa müziği ve operaya ilişkin oldukça olumsuz izlenimi bulunmaktadır. Kendisi günlüğünde: "*Çarşamba günü Topkapı'ya inildi ve dün gece Topkapı'da Ağa yerinde opera adlı ecnebi (yabancı) oyunu gösteren Frenklerim (Avrupalıların) temâşa ettirdikleri (oynadıkları) çalgılı çengili (dansçılı) oyun ve konuşmaları dimağa (beyne) sıkıntılı ve nezle getiren is ve pasları ve taklitleri hazırlanıp söyleşilerek eğlenildi."* Tiyatro ve Operanın saray dışındaki mekânı, II.Mahmud tarafından da desteklenen ve Osmanlı Devleti'nin ilk özel tiyatro ve opera binası olan Fransız Tiyatrosudur. Osmanlı Devleti'nde açılan bu tür mekanlar her ne kadar modernleşme yanlısı padişahlar tarafından desteklense de oldukça dar bir izleyici kitlesine hitap etmiştir. Kırım Savaşı sırasında İstanbul'a yaşanan yoğun göç ile gelen askerler, askerlerin eşleri, farklı meslek grubuna mensup bireyler ve onların kültürüne ayak uydurmak isteyen yerel halkın etkisiyle seyirci kitlesinin önceki yıllara kıyasla oldukça değiştiği görülmektedir. (Yöre, 2011, s.59).

Kırım Savaşı ve sonrasında Osmanlı toplumunda meydana gelen değişimlerin bir sonucu olarak yeni bir insan tipi ortaya çıkmıştır. Konuşmaları arasında Fransızca kelimeler kullanan, gösteriş meraklısı ve züppe hareketleriyle alay konusu olan bu kişiler, dönemin dikkat çeken figürleri olmuştur. 19. yüzyılda bu tipler genellikle edebiyatta işlenmiş; çalışmadan, babalarının servetini tüketen ve sonunda herkese muhtaç hâle gelen bireyler olarak tasvir edilmiştir. Erkekler kadar kadınlarda bu eleştirilerden nasibini almışlardır. Kadınlar, Avrupalılara benzemek amacıyla ev eşyası, kıyafet ve mücevhere büyük harcamalar yapmışlardır. (Kutan, 2022, s.87).

İstanbul'un Toplumsal, Ekonomi ve Sağlık Alanlarındaki Dönüşümü

Kırım Savaşı'nın sonlarına doğru Osmanlı Devleti, savaşa birlikte girdiği yabancı diplomatların baskısıyla Sultan Abdülmecid, 28 Şubat 1856 yılı Islahat Fermanı'nı ilan etti. Bu ferman ile gayrimüslimlerin haklarının iyileştirilmesi yoluna gidilirken, öte yandan toplumun kültürel yapısını ve sosyal dengelerini etkileyecek kararlar alınmış, bu durum devletin sonraki süreçlerinde de etkili olacak bir dönemin kapısını aralamıştır. (Somel, 2007, s. 68).

Islahat Fermanı'nın ilan edilmesi, Avrupalıların Osmanlı Devleti'nin içişlerine karışma sürecini başlatan olay olmuştur. Olaylardan ilki kölelik meselesiydi. İngiltere ve Fransa, Osmanlı'nın köle ticareti yapmasını istemiyor ve bu konuda baskı kuruyordu. Her ne kadar Sultan Abdülmecid, 1846 yılında Beyazıt'taki köle pazarını kapatmış olsa dahi bu ticaret el altından yürütülmeye devam ediyordu. (Somel, 2007, s.68).

Kırım Savaşı esnasında eli iyice güçlenen İngiltere ve Fransa, baskılarını arttırarak devlete vergi kazancı sağlayan bu sistemin tamamen kaldırılmasını istediler. Ancak bu durum, ticareti gerçekleştiren Çerkes asilzadelerini karşılarına almak demekti. Çünkü bu grup, Rusya'ya karşı büyük bir güç oluşturuyordu. (Somel, 2007, s.68).

Osmanlı Devleti, her ne kadar kendi sistemlerindeki köleliğin farklı olduğunu, kölelere iyi muamele edildiğini savunsa da, müttefik devletlerini ikna edemedi. Osmanlı'da ömür boyu kölelik yoktu; sahipleri kölelerini azat edebilir hatta evlendirebilirlerdi. Bu köleler zengin kişiyle de evlenebiliyor, genellikle ev hizmetinde çalışıyorlardı. Fuat Paşa'nın yalısına gelen Fransız elçisinin eşi ve yeğenine sözleri bu durumu özetler niteliktedir. Fuat Paşa, Çerkes kızını göstererek şöyle der: " *Gelinim Madam Kassim. Oğlumuzla evlendirmek üzere evlat edindiğimiz ve yerleştirdiğimiz bir Çerkes. Sizin gibi önyargılı değiliz biz."* (Badem, 2021, s145).

İslam'a göre özgür doğmuş Müslümanların ve zımmî gayrimüslimlerin köleleştirilmesi yasaktı. Fakat bu halk, ancak yoksulluk sebebiyle kendi çocuklarını satmak zorunda kalmaktaydı. Osmanlı Devleti, bu durumun önüne geçebilmek için *beyaz köle* ticaretini daha çok Kafkas topraklarından sağlamaya yönelmişti. Kafkasya'da yaşanan göç hareketiyle birlikte ortaya çıkan yasal boşluklar, köle sahiplerinin konumlarını daha da güçlendirdi. Normal şartlarda yalnızca köle sınıfına mensup kişiler bu kapsama girerken, göçle birlikte bazı aileler kendi çocuklarını dahi satmak zorunda kalmışlardır. İngiltere Dışişleri Bakanı Köle Ticaret Dairesi Şefi W.H.Wylde'nin raporundaki ifadesinde: *" Beyaz köle, birçok durumda gönüllü bir kurbandır. Bir Türk paşasının ya da beyinin haremine girerek Çerkes ve Gürcü kızların en büyük arzusudur. Türkler bu kızları edinmek için büyük bir istek duydukları gibi bu kızlarda gitmeye heveslidir. Aileler ise bunun bir onur olduğunu düşünerek çocuklarını verirler. Bunda sağlam parasal çıkarlar vardır. Öyle ki, hiçbir mekanizmanın harekete geçirilmesi bu ticaretin sürmesine engel olmaz."* (Tırnakçı, 2023, s172).

Osmanlı'da köleler, hane köle ve kamu köle şeklinde ayrılır. Özel kölelerin kayıt dışı olması nedeniyle kölenin ne şekilde ele geçirildiği ve satıldığı belli değildir. Köleye yapılan muamele efendisinin tutum ve davranışa göre şekillenmektedir. Fakat kamu kölelerine göre azat edilme şansları daha yüksektir. Kamu köleliği, devletin bünyesinde çalışan esirlerdir. Bu esirler, saraylarda, ya da kürekçi ve gemi yapımı gibi oldukça zor şartlar altında çalışmaktaydılar. Bu nedenle diğer köle grubuna göre koşulları daha zor ve ölüm oranları yüksekti. Her ne kadar Avrupalı devletler, köleliğin tamamen kaldırılması için Osmanlı Devleti'ne diplomatik yollarla baskı kursalar da kölelik, Osmanlı Devleti'nin sonuna kadar varlığını sürdürecektir. (Nalçacı, 2015, s.88).

Savaş süresince yaşanan sosyal ve kültürel değişiminin yanı sıra ekonomik açıdan da önemli gelişmeler yaşandı. Fransa'dan getirilen teknisyenler ve makineler sayesinde giyim eşyası, bez, top, tüfek, çizme, cam vb. ürünler fabrikalarda üretilmekteydi. Ne yazık ki kötü yönetimin etkisiyle bu üretim ihtiyaçları karşılamada yetersiz kalmıştır. Savaş nedeniyle üretken çağda bulunan yaklaşık 45.000 Osmanlı askeri şehit olmuş, bu da ekonomiye olumsuz yansımıştır. Esnaflara musallat olan ve haraç kesen Yeniçeri Ocağı kaldırıldıktan sonra esnaflar bir süre kendi hallerine bırakılmış, fakat zamanla Osmanlı devleti ekonomik açıdan büyük zarar görmüştür. Bu nedenle 1860'lı yıllarda kurulan Islah-ı Sanayi Komisyonu aracılığıyla esnaf örgütlerine destek sağlanmıştır. (Taşkın,2007,s.80).

Yol yapımı politikasında da önemli adımlar atılmıştır. Önceleri yol yapımı vakıflar ya da bölgenin mültezim ve tımar sahipleri tarafından karşılanırken, artık ülke çapında karayollarının yeterliliğini sağlamak amacıyla merkezi düzeyde gereken adımlar atılmıştır. (Taşkın,2007,s.80).

Kırım Savaşı patlak verdikten sonra, hem yaralı askerler için hem de salgın hastalıklarla mücadele eden halk için yeterli imkân sağlanamamıştır. Osmanlı halkının başta kolera olmak

üzere diğer salgın hastalıklardan korunabilmesi için oldukça sert tedbirler alınması gerekmiştir. Bu süreçte temizlik ve karantina uygulamaları büyük önem taşımaktaydı. Memurlar, bulundukları yerlerde küllerin rüzgarla yayılmasını önlemek amacıyla düzenli olarak toplanmasına dikkat ediyorlardı. Savaş muhabiri Koleranın sebep olduğu ölümden bahsederken şu ifadeleri kullanmıştır: "*Kolera bazen hiç acı vermiyor… İshal ya hiç yok ya da pek az,* ama *hasta şiddetli mide kramplarıyla kıvranıyor, sonra bunların şiddetlenmesini tüm vücudun çöküşü izliyor, arkasından da hasta hemen hiç ya da pek az can çekişerek ölüyor."* (Taşkın,2007,s.80).

Modern hemşireliğin kurucusu olarak kabul edilen Florance Nightingale, askerlere büyük katkılarda bulunan önemli bir sağlık görevlisiydi. Öncelikle hasta askerlerin beslenmesine büyük önem vermiş, hasta bakımının dışında yatak sıkıntısından dolayı bizzat yatak dikmekle de uğraşmıştı. O dönemde ameliyatlar, yaralı askerlerin bulunduğu ortamlarda, hastaların gözü önünde yapılmaktaydı. Nightingale bu durumu engellemek amacıyla paravana koyulmasını sağlamıştır. Ayrıca askerlerin aileleriyle iletişim kurabilmeleri için belirli noktalara postaneler kurulmasını sağlamıştır. Öte yandan maalesef Osmanlı yönetimi, İngiltere ve Fransa'nın baskısıyla bütün hastanenin kullanım yetkisini kendilerine devretti. Böylelikle Osmanlı Devleti, kendi askerlerini tedavi ettirmede oldukça yetersiz kaldı. (Taşkın, 2007, s.80)

Yabancı basın, Osmanlı askerlerinin perişanlığından ziyade kendi askerlerinin durumuna odaklanmaktaydılar. Bunun için de kendi askerlerine yardım etmek amacıyla para toplama kampanyası başlatmışlardır. The Times'ta 1854 yılında yayımlanan Thomas Chenery'nin makalesinde şu ifadeler yer almaktaydı*"… Öfke ve şaşkınlık içindeyiz. Çünkü halk, yaralıları korumak için hiçbir etkili sağlık hazırlığının bulunmadığını öğrenecek. Sadece cerrah değil, ne hemşire ne de pansumancı var. Bilindiği gibi tek söylenecek şey, yaralılara sargı yapmak için tek bir bezin bile olmadığıdır. Gerçi bu büyük acıyı paylaşmaktan kaynaklanan toplumsal dayanışma, Üsküdar'da kışlada veya akıl hastanesinde bulunan mutsuz insanlar için üstün geliyor ve bütün aileler, gerekli araçları, çarşafları ve eski giysileri veriyor. Fakat gerekli durumlar niçin önceden açık bir şekilde görülemedi*?" ifadesiyle sağlık olanaklarının yetersizliği üzerinde durmuştur. (Torun, 2008, s.65)

Artan salgın hastalıklar ve hastane de tedavi altında olan askerlerin iyileşmekte güçlük çekmesi, savaş koşullarını daha da zorlu hale getiriyordu. 1854 yılında göreve yeni getirilen Savaş Bakanı Lord Panmure, İstanbul'a Sıhhi Komisyon görevlendirmiştir. Hastane ve çevresinin temizlik kontrolü amacıyla gönderilen bu komisyon Nightingale'nin "*İngiliz Ordusunu kurtardı*" diyebilecek kadar hayati çalışmalarda bulunmuştur. Öncelikle çalışmalarına hastane binaların altlarındaki tıkanmış lağım borusunu açmakla başladılar. Suyun geçtiği kanalda hayvan leşi tespit etmişlerdir; söz konusu kanal, hastaneye ulaşan suyu taşımaktaydı. On beş gün boyunca süren temizleme çalışması sonucunda, 556 el arabası ve küfe dolusu çöp, 24 hayvan leşi, 2 ölü at çıkarılarak gömülmüştür. Ayrıca, hastanenin içindeki tahta sedirler sökülerek bu alanlarda bulunan çıyanlar yok edilmiştir. Komisyonun bu çalışmaları sayesinde askerlerin ölüm oranlarında ciddi bir düşüş gözlemlenmiştir. (Esiner, 2017, s.216)

Mart 1855'te Çarlık Rusya'da, II. Aleksandr'ın tahta çıkmasıyla siyasi politika değişikliğe gidildi. Piyemonte'nin de savaşa dahil olmasıyla Rusya barış müzakerelere katılmaya ikna olabilmiştir. İlk görüşme, 15 Mart 1855 yılında Viyana'da İngiltere, Fransa, Avusturya, Osmanlı ve Rus diplomatlarının bir araya gelmesiyle başladı. Görüşmeler için Osmanlı Sefiri Ârif Efendi görevlendirildi. Bir süre sonra aynı göreve Âlî Paşa getirilmiştir.

Görüşmeler, Avusturya Dış İşleri Bakanı Kont Buol'un liderliğinde gerçekleşmiştir. Eflak, Boğdan ve Karadeniz üzerindeki ayrıcalıklar, seyrüsefer meseleleri ve Osmanlı'da yaşayan gayrimüslimlerin durumu görüşülmüşse de sonuca ulaşılamadı. Avusturya'nın tekrar ev sahipliği yaptığı ikinci görüşmede de netice alınamamıştır.

Savaş devam ederken Avusturya, 2 Aralık 1855 günü İngiltere ve Fransa'yla bir antlaşma imzalayarak, eğer barış görüşmeleri neticeye ulaşmazsa Rusya'ya karşı savaşa katılacağını açıkladı. Zaten birçok devletle savaş halinde olan Rusya bu baskı altında giderek yıprandı. Bu nedenle ön koşul olarak öne sürülen "*Eflak ve Boğdan'ın boşaltılması, Tuna nehrinde seyrüsefer serbestliği tanınması ve Osmanlı topraklarındaki Ortodoks Hristiyanlığının himaye isteği kaldırılması"* şartlarını kabul etmek zorunda kaldı.

Rus Çarlığı, her ne kadar işgal ile ele geçirdiği toprakları bırakmak istemese de baskılara daha fazla dayanamadı ve 30 Mart 1856 tarihinde Paris Antlaşmasını imzalamıştır. (Birbudak, 2018, s. 254.)

Sonuç

Osmanlı Devleti'nin batılılaşma çabaları 18. Yüzyıla dayanır. Modernleşme sürecinin temelinde, Osmanlı'nın artık dünyaya hükmedecek gücün kalmadığını anlamasıdır. Lale Devri'nde başlayan bu süreç, Sultan II.Mahmud'un ıslahatların önünde en büyük engel olan Yeniçeri Ocağı'nı kaldırması ve Sultan Abdülmecid döneminde ilan edilen Tanzimat ve Islahat Fermanlarıyla devam etmiştir. Özellikle bu sürecin etkileri, taşradan ziyade başkentte hissedilmekteydi.

Modernleşme çabaları, Osmanlı Devleti'nde bazı kurumların direnci ve halkın belli kesimlerin tepkisiyle karşılanmış, bu da süreci yavaşlatan bir durum olmuştur. Fakat süreci hızlandıran gelişmeyse çıkarları gereği Rusya'ya karşı savaşan Osmanlı'nın yanında olan müttefik kuvvetlerin etkisiydi. Bu müttefik kuvvetlerin kendi aileleriyle birlikte Osmanlı Devlet'inin başkenti olan İstanbul'a yerleşmeleri sonucunda modernleşme hızlı bir şekilde görülmeye başlanmıştır.

Müttefik kuvvetlerin bu geçici misafirlik süresince, özellikle yerleştikleri semtlerde daha düzenli ve temiz bir hale getirmek amacıyla Babıâli'ye baskı kurdular. Ayrıca müttefiklerin, işgalci tutum sergileyerek bölge halkını rahatsız ettikleri de görülmüştür. Halbuki, halk ilk izlenimde müttefik kuvvetlerin kendi taraflarında savaşa katıldıklarını görünce hoşnut kalmışlardır.

Müttefik kuvvetler, ayrıca bulundukları semtlerin isimlerini karışık buldukları gerekçesiyle kendilerine uygun biçimde değiştirip yine kendilerine göre şehir planları hazırlayarak İstanbul'un kültürel dokusunda önemli değişikliğe gitmişlerdir. Bu dönemde misyonerlik faliyetleri, mason locaları ve yabancı okulların sayısı artmışken; öte yandan geleneksel mimari yapılar ve ev eşyaları batı tarzında üretilmeye başlanmıştır. Müttefik kuvveleri, aileleri ve yine dışardan gelen farklı meslek gruplarına mensup yabancılar, Osmanlının üst düzey bürokrasi ailelerini etkili ve hızlı bir şekilde kendi kültürlerini ve gündelik yaşam tarzlarını entegre etmeyi başarmışlardır.

Yabancılar, sosyalleşme alanlarını daha konforlu yaşanabilir hale getirmek amacıyla sokakların temizliği ve aydınlatılmasıyla ilgili baskı kurmuş, semtlerdeki güvenlik sorunu halledilerek daha rahat bir sosyalleşme hayatı gerçekleştirilmiş oldu.

Yaşanan bu eğlence ve şehir kültüründeki değişimin yanında, ekonomik, sağlık uygulamaları ve kölelik sistemi gibi alanlarda da Avrupa devletlerin müdahalesiyle karşı karşıya kalmıştır Savaş sürecinde gerçekleşen bu müdahalenin temel nedeni hiç kuşkusuz Osmanlı Devleti'nin savunmasız olmasıydı. Gerçekleşen müdahaleler her ne kadar Osmanlı'nın modernleşme sürecine katkı gibi görünse de asıl hedefin devletin iç işlerine karışmak olduğu anlaşılmaktadır. Bu süreçte yaşanan hızlı dönüşüm bir kısım yerel halkın tepkisiyle, bazı kesimlerinse modernleşmeden yüzeysen bir biçimde etkilenmesiyle sonuçlanmıştır. Bu kesim, özellikle dış görünüşü önemseyen, ihtişam, israf ve gösteriş düşkünü tiplerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Osmanlı Devlet'inin bu süreçten sonra ödediği ağır bedel, toplumsal yapıda beliren kültürel kimlik bunalımı, dış güçlerin müdahalesiyle Sultan Abdülmecid tarafından ilan edilen Islahat Fermanı ve savaş sonunda, Rusya karşısında yenilgi izlenimi bırakan Paris Antlaşması'nın imzalanmasıyla kendisini göstermiştir.

KAYNAKÇA

Makale

Acar, K., (2019). "Kırım Savaşı (1853-56) Döneminde Propaganda: Rus Popüler Kültüründe Savaş ve Düşman İmgesi, Bilig, (88), 113-136.

Ak, İ., & Öztunç, B., (2013). " Osmanlı Devleti'nde Balo Adabı Ve Sefaret Baloları", Tarih İncelemeleri Dergisi, 38 (1), 1-31.

Badem, C., (2021). "Kırım Savaşının Osmanlı Toplumsal Yaşamına Etkileri", Türk Savaş Çalışmaları Dergisi, (2), 137-155.

Beşirli, M.,(1999). "Osmanlı'da Modernleşme ve Aydınlar, 1789-1908, Dini Araştırmalar, 2(5), 131-157.

Birbudak, T.S., (2018). "1853-1856 Kırım Harbi'nde Osmanlı – Avusturya İlişkileri", Belleten, 82(293).

Çakır, Ö., (2009). "Tanzimat Sonrası Türk Edebiyatının Kaynaklarından Biri Olarak Harpler I: Kırım Harbi (1853-1856), Turkish Studies, 4(1-2), 1823-1874.

Demirarslan, D., (2007). "Osmanlı'da Modernleşme/Batılılaşma Sürecinin İç Mekân Donanımına Etkileri", Erdem, 15(45-46-47), 35-66.

Harmandar, S., (2020). "19. Yüzyılda İstanbul'da Değişen Eğlence Anlayışı ve Yeni Eğlence Mekânları", Etüt Dergisi, 1(1), 114-117.

Köylü, N,B,Y., (2025). "1851- 1923 Döneminde İstanbul'un Sayfiye Alanları: Dönüşümün Kültürel ve Kentsel Dinamikleri", Art-Sanat, (24)387-435.

Kutan, Ö.Ç., (2022). "19.Yüzyıl İstanbul'unda Sosyal ve Kültürel Hayatın Modernleşmesi", Memleket Siyaset Yönetim , 17 (37), 83-114.

Nalçacı, N,N., (2015). "Osmanlı İstanbul'unda Köleler", Büyük İstanbul Tarihi Toplumsal Katmanlar, 4(86-89).

Telli, R & Yılmaz, A., (2020)."Geç Dönem Osmanlı Modernleşmesine Genel Bir Bakış", Liberal Düşünce Dergisi, 25 (100), 9-35.

Yöre S., (2011). "Osmanlı İmparatorluğu'nda Opera'nın Bir Parçası Olarak Görüşü Kültürel Yerleşme", Dünya Türkleri Dergisi, 3(2), 53-69.

Tez

Berkes, N.,(2022). Türkiye'de Çağdaşlaşma, İstanbul, Yapı Kredi Yayınları.

Çekmez, O.,(2017). Kırım Savaşı Yıllarında İstanbul'da Sosyal ve Ekonomik Yaşam (1853-1856), Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü, İstanbul.

Esiner, A,M., (2017). Kırım Savaşı'nda İngiliz Politikası, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Bildiri

Somel, A, S., (2007). "Kırım Savaşı, Islahat Fermanı ve Osmanlı Eğitim Düzeninde Dönüşümler," Savaştan Barışa: 150. Yıldönümünde Kırım Savaşı ve Paris Antlaşması (1853-1856), İstanbul, ss 61-84.

Kitap

Taşkın, F., (2007). Kırım Savaşı'nın Osmanlı İmparatorluğu'na Ekonomik Etkileri ve İaşe Sorunu, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Tırnakçı, B., (2023).Y.Hakan Erdem Osmanlı'da Köleliğin Sonu 1800-1909, İstanbul, Timaş Tarih Yayınları.

Torun, S., (2008). Kırım Savaşı'nda Hasta Bakımı ve Hemşirelik, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Yerguz, İ., (2022). Baronne Durand De Fontmagne Kırım Harbi Sonrasında İstanbul Günleri (1855-1858), İstanbul, Selenge Yayınları.

ANNIE ERNAUX'NUN *BİR KADIN* ADLI ROMANINDA MEKÂN ALGISI

THE PERCEPTION OF SPACE IN ANNIE ERNAUX'S NOVEL *A WOMAN'S STORY*

Cansu AVCI

Öğr. Gör. Dr., Marmara Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksekokulu, Fransızca Hazırlık Birimi, İstanbul, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/ 0000 0001-9336-8127

ÖZET

Edebi eserlerde mekân, yazarın yaşadığı toplumun sosyo-kültürel ve sosyo-ekonomik yapısını yansıtması açısından en önemli unsurlarından biridir. Betimleyici ve toplumsal işleviyle mekân, kahramanların eylemlerini konumlandırmayı ve tanımlamayı mümkün kılar. Modern romanda ise mekânın yapısı ve önemi üzerine temel bir inceleme niteliği taşıyan *L'Espace romanesque* (1965) adlı yapıtında Jean Weisgerber, mekânı anlamın kurucu bir unsuru olarak değerlendirir. Sınırları ve hareketleri betimleyen, yazarın açıkça ifade etmediği anlamların somut bir biçimde dışa vurulması için de bir görev üstlenen mekân, aynı zamanda yazarın dünya görüşünü yansıtmasına olanak sağlar. Weisgerber'e göre roman mekânı özgün bir yaratımdır, zira okuyucu onu her zaman ve hangi alanda olursa olsun kendisi üretmelidir. Bu nedenle çevreyi deneyimlemenin bir yolu, başka bir ifadeyle, beden ve ruh bütünüyle insanın deneyimlediği bir yer olarak kabul edilir.

Küçük esnafın dünyasını, temsillerini ve egemen dünyanın kültürünü yeniden yaratmaya çalışan ve sınıfsal farkları, kadın bedenini ve yerinden edilmişliği eserlerinin temel motifi haline getiren Annie Ernaux dünya edebiyatının önde gelen kadın yazarlarındandır. Yvetot'da bir bakkal ve kafe işleten Norman fabrika işçilerinin kızı olarak dünyaya gelen Ernaux, okul aracılığıyla edindiği kültürel sermaye sayesinde kendini sık sık "sınıf kaçkını" şeklinde tanımlar. Eserlerini de yaşadığı toplumsal yapıdan esinlenerek kaleme alan yazar bu sayede oto-sosyo-biyografi türünün öncüsü olur. Annesinin yaşamını ve ölümünü konu alan otobiyografik bir eser olan ve 2022 yılında Nobel Edebiyat Ödülü'ne layık görülen *Bir Kadın* romanında ise Annie Ernaux olay örgüsünde çeşitli mekânsal göstergeleri bir araya getirir. Buradaki amaç, hikâyenin farklı evrelerinde görülen kalabalık/yalnızlık ve aidiyet/yabancılaşma gibi belirli karşıtlıkları ortaya çıkarmaktır. Bu bağlamda araştırma, Weisgerber'in *L'Espace romanesque* eserindeki "romanda mekân" olgusunun karakterlerle uyuşmazlığı kuramı bağlamında irdelenecektir. Ernaux'nun, yaşamının bir döneminde Alzheimer hastası olan annesinin varoluşundan hareketle onları bir yandan kabul eden, diğer yandan dışlayan bir dünyada nasıl görünür kıldığının incelemesi yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Modern Roman, Roman Mekânı, Kalabalık/Yalnızlık, Aidiyet/ Yabancılaşma, Jean Weisgerber, Annie Ernaux.

ABSTRACT

In literary works, space is one of the most important elements in terms of reflecting the socio-cultural and socio-economic structure of the society in which the author lives. Through its descriptive and social functions, space thus makes it possible to situate and define the actions of the characters. In his work *L'Espace romanesque* (1965), which serves as a fundamental study on the structure and importance of space in the modern novel, Jean Weisgerber evaluates space as a constitutive element of meaning. Describing boundaries and movements, space also takes on the task of concretely expressing meanings that the author does not explicitly state, while simultaneously allowing the author to reflect their worldview. According to Weisgerber, the space of the novel is an original creation, as the reader must always produce it themselves, regardless of the context. Therefore, it is considered a way of experiencing the environment, in other words, a place that the human body and soul experience as a whole.

Annie Ernaux, one of the leading female authors in world literature, strives to recreate the world of small business owners, their representations, and the culture of the dominant world by making class differences, the female body, and displacement the central motifs of her works. Born in Yvetot as the daughter of Norman factory workers who ran a grocery store and café, Ernaux often describes herself as a "class escapee" thanks to the cultural capital she acquired through school. Drawing inspiration from the social structure she lived in, Ernaux became a pioneer of the genre known as auto-socio-biography. In her autobiographical novel *A Woman's Story*, which centers on her mother's life and death and earned her the 2022 Nobel Prize in Literature, Annie Ernaux brings together various spatial indicators in the plot. The purpose of this is to reveal certain oppositions, such as crowd/loneliness and belonging/alienation, observed at different stages of the story. In this context, the study will analyze the novel based on Weisgerber's theory of "incompatibility of space in the novel" presented in *L'Espace romanesque*. It will examine how Ernaux, inspired by her mother's existence, who suffered from Alzheimer's at one point in her life, makes visible those who are simultaneously accepted and excluded within the world they inhabit.

Keywords: Modern Novel, Space of the Novel, Crowd/Loneliness, Belonging/Alienation, Jean Weisgerber, Annie Ernaux.

GİRİŞ

Geçmişten günümüze toplumların sosyal, ekonomik, siyasal ve kültürel yaşamlarını ayrıntılı biçimde betimleyen edebiyat, başlıca sanat dallarından biri olarak değerlendirilebilir. Bu bağlamda, edebi eserlere özellikle de romana konu olan mekân, insanlar ve toplumların aidiyet hissini pekiştiren bir kimlik belirleyicisidir.

Bireyler bulundukları mekânda, kimliklerini tanımlayan özellikleri de kaçınılmaz olarak görünür kılarlar dolayısıyla mekânlar içinde yaşanılan geometrik mekânı aşıp bir "ruh durumu" haline gelir (Bachelard, 1957). Romansal yer, çağrıştırıldığı gerçek yere tamamlayıcı olan bir "başka yerin" özelleştirilmesidir (Butor, 1964, s. 43). Bu nedenle romancının mekânları artık durağan yerler değil, sürekli hareket halinde olan dinamik kaynaklardır (Bourneuf, 1970, s. 81). Dolayısıyla mekân, olay örgüsü, zaman veya karakterlerle aynı şekilde romanın kurucu bir unsurudur. Diğer yandan mekân, yazarın dile getirmediği anlamı somut bir şekilde dışa vurmak için bir önemli bir görev üstlenir. Bir eserdeki her bir mekânın niteliği, genel tabloda işgal ettiği yerle doğrudan ilişkilidir (Genette, 1969, s. 44).

Mekânla ilgili önemli kuramlar ortaya atan Jean Weisgerber *L'Espace romanesque* (1978) adlı kitabında bireysel bir deneyimin yansıması ve ürünü olarak sunulan bir mekânı örneklendirir. Kuramcıya göre, mekânı bir karakterle aynı seviyeye yükselten romansal mekân özgün bir

yaratımdır. Okuyucuya net bir şekilde verilmiş bir mekân olmadığı için onu her zaman, hangi alanda olursa olsun, okuyucu üretmelidir. Romansal mekân aynı zamanda çevreyi deneyimlemenin bir yolu, beden ve ruh bütünüyle deneyimlenen bir mekân olarak kabul edilir (Weisgerber, 1978, s. 13). Yani roman mekânı, metnin sunduğu imgeler ile okuyucunun yorumlayıcı katkısı sonucunda şekillenir. Bir eserin gerçek anlamını kavramak için, eylemin geçtiği yer veya ortam ile eyleme katılan tüm bireyler arasında bir bağ kurmak gereklidir. Dolayısıyla mekân, durağan değil, karakterler gibi öznel ve anlam yüklü bir yaratım alanı olarak görülmelidir.

Weisgerber (1978, s. 15) romansal mekân kuramını ortaya koyarken yakın/uzak, yüksek/alçak, küçük/büyük, sonlu/sonsuz, daire/düz çizgi, durağanlık/hareket, dikey/yatay, açık/kapalı, sürekli/süreksiz ve beyaz/siyah gibi karşıt terimleri kullanır. Bu zıtlıklar, bir romanın dikkatlice incelenmesi için oldukça önemlidir, çünkü bunlar sabit karşıtlıklar değil, bir karakterin diğer karakterler ve okuyucu tarafından görülen anlık konumuyla tanımlanan hareketli kategorilerdir. Her karşıtlık da yazar tarafından verilen bilgilerin tamamlayıcısı olarak işlev görür. Dolayısıyla, karakteri kamusal veya özel yaşamını etkileyen karşıtlıkları tanımlayarak çevresine yerleştirmek okuyucuya kalır.

Eserin anlatı yapısını, bakış açısını ve sosyokültürel bağlamını dikkate alarak, mekân içinde ve mekân aracılığıyla anlam üretim koşullarını vurgulayan Mitterrand'a (1980) göre ise mekânsal temsil, anlatı, karakterler, zaman, eylemler gibi karmaşık bir eklemlenmeden kaynaklanır ve salt topografik bir betimlemeye indirgenemez. Weisgerber gibi o da mekânsal ve zamansal boyutların karşılıklı etkileşim içinde bütünleştiği bir mekân-zaman olarak kabul eden bir edebiyat teorisini savunur.

Bu bağlamda çağdaş Fransız edebiyatının önemli isimlerinden Annie Ernaux (1940-), kadın kimliği ve bedeni, göç, kimlik bunalımı ile sınıfsal farklılıklar gibi temaları eserlerine taşıması ve kişisel olanı kamusal alanda görünür kılmasıyla öne çıkar. Yazar, *Bir kadın* (1978) isimli otobiyografik eserinde annesinin yaşamını ve ölümünü hikâyenin farklı evrelerinde aidiyet/ötekileşme ve yalnızlık/kalabalık gibi karşıtlıkları ortaya çıkarmak için çeşitli mekânsal göstergeleri bir araya getirir (Saei Dibavar, 2025, s. 255). Bu çalışmada da Annie Ernaux'nun *Bir kadın* romanındaki mekânsal anlatının annesinin varoluşunda ölümüne kadar hangi izleklerde belirdiği Weisgerber'in romansal mekân kuramı bağlamında ele alınacaktır. Araştırma kapsamında Ernaux'nun mekânsal betimlemelerinin yasın, kaybın ve hafızanın kalıcılığında nasıl merkezi rol oynadığınına tanık olunacaktır.

ANNIE ERNAUX'NUN MEKÂN TEMSİLİ: *BİR KADIN*

Annie Ernaux, *Bir kadın* eserinde sosyallik ve izolasyon arasında savaş veren bir kadın olan annesinin yolculuğunu izler. İlk bakışta, hayatının büyük bir bölümünü "soğuk kasabada" (Ernaux, 1987, s. 24) geçirmiş bir kadın figürü belirir. Burası Yvetot'dur. Bu mekân, onun için kısıtlı bir hayatın somutlaşmış halidir; ancak orada geçen dükkân, sosyal açıdan zengindir, annenin varoluşuna anlam katar. Nesneler, müşteriler, sesler ve hareketlerle dolu bu bakkal dükkânında anne, yerini ve kimliğini bulur: "Kafe-bakkal, bu yüzle, bu tatlarla ve bu varoluş biçimleriyle kendisi olmak zorunda kaldığı yer burasıdır" (Ernaux, 1987, s. 28). Bu mekânı da eylem ve başkalarıyla temas yoluyla anlam bulur.

Mekânlar, insanların kültürel kimliklerinin belirlenmesine katkı sağlar (Westphal, 2000, s. 17). Bu çerçevede Annie Ernaux'nun mekân tasvirleri kahramanlarının iç dünyalarını ortaya çıkarır. Romanda da anne, kafe-bakkalda cömertliği ve gücü temsil eder. Bu alanı da varlığıyla, yorulmak bilmeyen çalışmasıyla ve başkalarının günlük yaşamlarına olan bağlılığıyla doldurur. Ancak aynı zamanda bir hapsedilme hali de söz konusudur. Sinemaya gitmeyi reddeder,

başkalarının konuşmalarını dinlemek dışında kendini eğitmek için zaman ayırmaz: "[…] Annem günde birkaç kez uğrayan müşteriler tarafından her an 'rahatsız edilirmiş'. Bir işçiden birazcık fazla kazanamamanın acısı ve 'bir yere varamamanın' tedirginliği […]" (Ernaux, 1987, s. 28). Dolayısıyla kafe-bakkal, dolu bir alan olsa da sadece görev ve faydalı olma ihtiyacıyla tanımlanmış bir hayattır.

Anne, kocasının ölümünün ardından bir yandan kırsalda sıkılmaya vakti olmadığını ileri sürerken, diğer yandan kızına sığınmış ve tek umudunun onunla birlikte yaşamak olduğunu dile getirmiştir. Toplumsal ve duygusal bir bağı yeniden kurma arzusuna ve ihtiyacına rağmen, kendisini hem kabul eden hem de dışlayan kentsel mekân karşısında hareketsiz kalır. Kızının evinde geçirdiği günler giderek mutsuzluğa dönüşür; çalışmadığı için kendi gelirini elde etmenin verdiği gurur da ortadan kalkar. Tek görevi torunlarıyla ilgilenmektir: "Şimdi sadece "büyükanneydi", kentte onu kimse tanımıyordu, yalnızca bizimle konuşmak zorundaydı. Dünyası bir anda küçülmüş ve ışıltısını yitirmişti. Artık bir hiç olduğunu hissediyordu […]" (Ernaux, 1987, s. 48).

Öte yandan, birçok insanla iletişim halinde olan anne, Paris'in dayattığı izolasyonla karşı karşıyadır. Mekân, çevreyle etkileşim ve sosyalleşme imkânı sunsa da anne için bir aidiyet alanı oluşturamaz:

> "Kendisi için önem taşıyan haberler, cinayetler, kazalar, komşularla iyi ilişkiler, sürekli insanları "rahatsız etme" korkusu gibi şeylere önem verilmediğini anladı (kaygılarına gülünmesi onu kızdırıyordu). Bir yandan onu kucaklayan, diğer yandan dışlayan bir dünyanın içinde yaşıyordu. Bir gün öfkeyle 'buraya yakışmıyorum' demişti" (Ernaux, 1987, s. 48).

Paris'te uzun zamandır yaşamayı arzuladığı kızının büyük burjuva evinde ve rahat bir yaşamın ortasında kendini her zamankinden daha yalnız hisseder. Başlangıçta bir teselli ve sığınma yeri gibi görünen şehir, daha sonra duygusal ve sosyal ihtiyaçları için fazla büyük, boş bir alan olarak ortaya çıkar ve böylece dışlanmışlık hissi daha da belirginleşir: "[…] Yanında çalsa bile telefona yanıt vermiyordu, damadının televizyonda maç izlediği salona girmeden önce kapıyı tıklatıyor, durmadan iş istiyor (bana iş yaptırmazsanız çekip giderim), gülerek yarı şaka, yarı ciddi, 'kaldığım yerin parasını ödemem gerek!' diyordu […]" (Ernaux, 1987, s. 48). Annesi, onu hiçbir zaman tam anlamıyla kucaklamayan bir dünyanın sınırlarında kalır.

Diğer yandan, annesi torunlarıyla ilgilenip işleriyle meşgul olmaya çalışsa da hayatındaki boşluğu dolduramaz. Bu durum dış görüşüne yansıyarak "her zaman canlı ve güçlü" (Ernaux, 1987, s. 59) yüzü donuklaşır. Dolayısıyla kendini artık hiçbir şeyi kontrol edemediği bir mekânda yabancı hisseder.

Daha sonraki zamanlarda ise yeni bölgeyi keşfetmeye çalışır. Banklarda, daha sonra düzenli olarak görüştüğü insanlarla tanışır, yani bir şekilde kendi evrenini yeniden yaratır (Saei Dibavar, 2025, s. 255-256). Ancak insanlar ona mesafeyle yaklaşır, iletşim kurabileceği tek kişi ailesidir: "Annem burada yaşamaya alışamıyordu […] Annecy'deki arkadaşlarına, akrabalarına mektuplar yazıyordu. Kimi zaman, geçen arabaların üstüne çamur sıçrattığı, çukurlarla dolu yollardan otoyolun öteki yanındaki Leclerc alışveriş merkezine kadar yürüyor, gergin bir ifadeyle eve dönüyordu" (Ernaux, 1987, s. 50).

Altı ay sonra da kendisini dışlanmış hissettiği bu dış mekândan ayrılarak kendi iç mekânına, Yvetot'ya dönmeye karar verir ve yaşlılar için bir stüdyo eve yerleşir: "Tekrar bağımsız olmaktan mutluyum" (s. 82). Ancak bu stüdyo evi, bu kısıtlı alan, hayatının daralmasına sebep olur. Bu da annenin sağlığının bozulmasına sebep olur ve Alzheimer hastalığı belirtileri başgösterir:

> "Ufak dairesi onun son konutu olacak. Biraz karanlık bir oda ve küçük bir bahçeye açılan bir köşe mutfak, yatak ve komodin için bir niş, bir banyo, bina görevlisiyle iletişim kurmak için bir dahili telefon. Burası hareketleri kısıtlayan, oturup televizyon izlemekten, akşam yemeğini beklemekten başka yapacak bir şey olmayan bir alandı" (Ernaux, 1987, s. 51).

Annesinin Alzheimer hastalığından önce kendisine ait olan dünyası artık yerini yalnızlığa bırakır. Hiçbir şey onu mutlu etmez ve gittikçe daha fazla mekân daralması yaşar. Huzur evine yerleşen annede artık hastalık iyice ilerler. Kızına karşı tavırları bunun en belirgin örneğidir: "Beni öfkeyle karşılıyor, 'bugünlerde parasızım, bir parça peynir alacak param bile yok' diyordu. Ceplerinde öğle yemeklerinden artan ekmek parçalarını saklıyordu" (Ernaux, 1987, s. 58).

Ancak, annenin içinde bulunduğu durum ve yaşadığı evren her ne kadar daralsa da o, bunu genişletmeye çabalar: "Bu halde bile hiçbir şeye boyun eğmiyordu. Dinle ilgisi kalmamıştı, ayine gitme, tespih çekme arzusu yoktu. İyileşmek (sonunda neyim varmış bulacaklar), hastaneden çıkmak (senin yanında daha iyi olacağım) istiyordu. Bitkin düşene dek bir koridordan ötekine yürüyordu. Israrla şarap istiyordu (Ernaux, 1987, s. 58). Anne, artık yaşadığı mekân fiziksel bir alan olmaktan çıkmış, kendini sonsuza dek yitirdiği bir iç dünyaya dönüşmüştür.

Öte yandan, Alzheimer hastalığı ilerledikçe anne bir kez daha kızının evinde kendini bulur; bu durum hem hapsedilmişlik ve karmaşa hem de acı dolu bir sıkışmışlık hissi yaratır: "Evdeki farklı odaların arasında kayboluyor, bana öfkeyle sık sık odasına nasıl gideceğini soruyordu. Eşyalarını kaybediyor (o zaman şöyle diyordu: 'Aradığımı bulamıyorum', onları hiç koymadığını iddia ettiği yerlerde bulunca da şaşırıyordu" (Ernaux, 1987, s. 51). Annenin zihinsel gerilemesi ilerledikçe, mekânsal referansları da giderek silikleşir.

Hikayenin başında annenin eşyalarına bağlı olması aslında mekânın kendisine ait olduğunu ve dünyaya tutunmaya çalıştığını gösterir. Ancak daha sonra hastalığı ilerledikçe nesneleri kaybetmeye başlar bu da dünyadan istenmeyen bir şekilde koptuğunun kanıtıdır: "Yavaş yavaş tüm kişisel eşyalarını, çok sevdiği hırkasını, ikinci gözlüğünü, makyaj çantasını kaybetti. Umurunda değildi, artık kaybettiği şey ne olursa olsun onu bulmaya çalışmıyordu. Kendisine ait olanı anımsamıyordu, artık kendisine ait hiçbir şeyi yoktu" (Ernaux, 1987, s. 59). Ernaux, nesnelerin giderek azalması betimlemesiyle karakter ile kurgusal mekân arasındaki bağın zayıfladığının altını çizer. Saei Dibavar'ın (2025, s. 255-256) da belirttiği gibi iç mekân koruyucu işlevini yitirir, sığınak olma özelliğini kaybeder ve bir yoksunluk, yokluk, yalnızlık ve mahrumiyet alanına dönüşür.

Romanın sonunda ise Ernaux, annesiyle yazma edimi arasında benzerlik kurarak annesinin kişiliğini "vermeye" dayalı bir kimlikle tanımlar ve bu kimliği kendi yazma pratiğine bağlar. Böylece yazı, anneyle kurulan bir bağın devamı hâline gelir. Metin, bireysel bir hikâyeyi anlatmakla kalmaz; annesinin yaşamını, içinde doğduğu toplumsal koşulları da görünür kılar. Böylece kişisel olan, kamusal ve tarihsel bir gerçekliğe dönüşür:

> "Almaktan çok herkese vermeyi severdi. Yazmak da bir verme biçimi değil midir? Elbette, bu kitap ne bir yaşamöyküsü ne de bir roman, belki edebiyat, sosyoloji ve tarih arasında bir şey. Baskıcı bir çevrede doğan ve bu çevreden çıkmak isteyen annemin tarihin bir parçası olması gerekiyordu ki dahil olmamı istediği, kelimeler ve fikirlerle yönetilen dünyada kendimi daha az yalnız, daha az yapay hissedebileyim. Artık sesini duymayacağım. Olduğum kadını, bir zamanlar olduğum çocukla bir araya getiren onun sesi, sözleri, elleri, tavırları gülüşü ve yürüyüşüydü. Geldiğim dünyayla aramdaki son bağ da koptu" (Ernaux, 1987, s. 64).

SONUÇ

Annie Ernaux, *Bir kadın* eserinde annesi aracılığıyla, sürekli bir aidiyet mücadelesi veren, dışlanma ve dâhil olma ikileminde sıkışıp kalmış hem kabul ettiği hem de tereddütle reddettiği bir çevrenin cazibesi ve iticiliği arasında kalmış bir kadını resmeder.

Bu bağlamda, Jean Weisgerber'in tanımladığı mekânsal karşıtlıklar aracılığıyla Annie Ernaux, annesinin hastalık ve ölüm karşısındaki gidişatını ve kademeli çöküşünü ortaya koyar. Açıklık ve sosyal etkileşimin mekânı olan kafe-bakkal, izolasyon alanı olan huzurevi stüdyosuyla ve nihai olarak kapalı mekân olan hastane yatağıyla belirgin bir tezat oluşturur. Bu mekânsal dönüşüm, Alzheimer hastalığıyla paralel olarak anneyi önce içine kapanık, ardından neredeyse varlığı silinmiş bir figüre dönüştürür. Ancak Ernaux, bedenin fiziksel olarak korunmasına değil, annenin anılarını, jestlerini ve sözlerini metinsel bir alanda ölümsüz kılmak istediği için edebiyatın toplumun silmeye meyilli olduğu şeyi nasıl koruyabileceği üzerine bir düşünceye kapı açar. Bu bağlamda yazar, mekân betimlemeleriyle aidiyet, kimlik, hafıza ve keder olgularının nasıl da sınırları aştığını gözler önüne serer. Mekân, salt bir yer olmanın ötesinde, anlatıda gerçek bir sosyal aktör haline gelerek ana karakterle etkileşime girer ve onun duygusal, zihinsel ve fiziksel durumunu yansıtır.

KAYNAKÇA

Bachelard, G. (1957). *La poétique de l'espace*. Paris: Presses universitaires de France.

Bourneuf, R. (1970). L'organisation de l'espace dans le roman. *Études littéraires*, 3(1), 77-94. https://doi.org/10.7202/500113ar

Butor, M. (1964). *L'espace du roman, essais sur le roman*. Paris: Gallimard.

Ernaux, A. (1988). *Bir kadın* (Çev. Yaşar Avunç). İstanbul: Cem Yayınevi.

Genette, G. (1969*). Figures II*. Paris: Seuil.

Mitterand, H. (1980). *Le discours du roman*. Paris: Presses Universitaires de France.

Saei Dibavar, S. (2025). Spatial evacuation and retention of the maternal figure in "Une Femme" by Annie Ernaux. *Plume, Revue semestrielle de l'Association Iranienne de Langue et Littérature Françaises*, 21(41), 251-274. http//doi.org doi: 10.22129/plume.2025.515995.1333

Weisgerber, J. (1978). *L'espace romanesque*. Lausanne: L'Âge d'homme.

Westphal, B. (2000). Pour une approche géocritique des textes. B. Wesphal (Ed.), *La Géocritique mode d'emploi* içinde (s. 17). Limoges: Presses Universitaires de Limoges.

IMPACT OF RURAL-URBAN MIGRATION OF YOUTHS ON SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF NIGERIA (EMPIRICAL EVIDENCE FROM ABIA STATE, NIGERIA)

DR CHUKWUEMEKA G. EME, PhD
Lecturer, Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences, National Open University of Nigeria;

ABSTRACT
This study examined the impacts of rural-urban migration on the socio-economic development of Nigeria adopting an empirical evidence from Abia State of Nigeria. The multi-staged sampling technique was employed in the selection of 240 of the respondents (youths) from three local government areas of the state. Data for this study were sourced primarily through the use of well-structured questionnaire. Both descriptive and inferential analyses were employed in the analyses of the data. The result of this study showed that mean age of the respondents was 22.60 years. The study further revealed that majority (68.8%) of the respondents were male, single and family size of between 5 – 8 and had secondary education. The results revealed that the poor electricity supply in the rural areas, bad condition of roads, absence of pipe-borne water are the push factors driving the youths away from their communities into urban areas. Results further revealed that better employment opportunities, superior wages in the urban areas, improved living conditions were pull factors that attract rural youths to the urban centers. Majority (68.8%) of the respondents were not willing to stay in the rural areas with or without improvement in the condition of living in their communities. The results of this study revealed that age (r – 0.50; $p < 0.00$), sex (X-squared – 34.57; $p < 0.05$) and educational level (X-squared – 45.57; $p < 0.01$) of the respondents were significantly related to their decision to migrate from rural to urban areas. The study recommends that government should provide basic social amenities in the rural areas as they are found in the urban areas so as to encourage the youths to stay.

Key words: Rural-Urban Migration, Nigerian Youths, Push & Pull factors, Socio-economic development, Abia State

1. INTRODUCTION
The trends, challenge and impacts of rural-urban migration have continued to generate global debates since the last decade or so. Those moving from rural to urban areas constitute certain classes, categories and strata of the society that are basically plagued with certain social and economic problems in which poverty ranks highest and most fundamental. Debates on rural-urban gap have since the 1960s been one of the major focus areas that continued to produce insights on the precarious condition of people in both the rural and urban settlements with attendant consequences in many forms and dimensions.

Thus, rural-urban inequality, resulting in the phenomenal rural-urban migration, has become the prevailing orthodoxy in conceptualizing the problems and trends of development policy and strategy in Nigeria. However, with the eclipse of the post-independence euphoria in Nigeria whereby the laid down expectations, hopes and visions were eluded and clouded with cynicism, apathy and despair whereas much have been officially expected but with little achievements.

With the evaporation of hope and enthusiasm within the socio-economic and political environment, the unfavorable economic conditions facing both the rural and urban habitats have no doubt completely degenerated and dilapidated to the extent of weakening the basic foundations of the economy. Even on the political angle alone, the situation is simultaneously

affected by the complete breakdown of the political capacity to apply the expedient public policy measures to avert the impending political turmoil within an essentially hostile though in an economic resource milieu.

Given the significant disparities that have emerged and developed between and within rural and urban settlements, migration phenomenon should be strategically used for the re-distributional development dynamics: designed to solve problems usually associated with it: the problems that have emerged out of population pressures to handle or balance resource demand, resource availability and resource management.

Migration was initially viewed favorably as a natural process of transferring surplus labor from the rural sector to the urban industrial sector and migrants would find well-paying jobs in urban areas and send remittances to their families, thereby improving the welfare of rural folks left behind (Gilbert & Gugler, 1992)[1]. Unfortunately, this has not been the case in recent years due to the phenomenon of urban surplus labor, leading to urban unemployment problems (Todaro, 1976)[2] and urban cash economy where a decline in wages makes the youths vulnerable to a multiplicity of problems even worse than in the rural areas (Tindigarukayo, 2014).[3]

Migration affects people with economic, social, educational and demographic peculiarities (Amrevurayire and Ojeh, 2016).[4] Migration follows a variety of patterns on space dimension which include urban-urban; urban-rural; rural-rural and rural-urban (Eze, 2016)[5]. Rural-urban migration results from movement from rural to urban in the search for opportunities due to rural-urban inequality in wealth and better quality of life found in urban centers. Three categories of factors are perceived as responsible for rural-urban migration which include those related to the need for education and acquisition of skills in various vocations; those related to the absence of job opportunities in rural areas which are the absence of industries and companies and boredom in agriculture and finally those factors relating to social, such as inadequate amenities (Aworemi et al. 2011)[6].

Furthermore, inadequate housing and associated facilities such as water, electricity, waste disposal in the urban areas resulting in millions living in substandard environments called slums and grossly inadequate social amenities, such as a shortage of schools, poor health facilities and lack of opportunities Migration is placing pressure on limited appropriate housing, resulting in increases in the numbers of urban residents now found to reside in informal housing (Amrevuruyire & Ojeh, 2016)[7]. Rural communities share this burden through loss of manpower necessary for agricultural activities and production. It also results into reduction in agricultural productivity which in turn leads to food insecurity and soaring price of food. Consequently,

---

[1] Gilbert Allan and Josef Gugler (1992). Cities, Poverty & Development, New York, Oxford University Press

[2] Todaro, Michael (1976). Migration and economic development. A review of theory, evidence, methodology and Research priorities. Mimeograph, University of Nairobi, Kenya

[3] Tindigarukayo, John K. (2014). The impact of rural-urban influx on Jamaican Society. International Journal of Humanities and Social Science, 4 (9), 35-40

[4] Amrevurariye, Emma O. and Ojeh, Vin. N. (2016). Consequences of rural-urban migration on the source region of Ughievwen clan Delta State Nigeria. European Journal of Geography, 7 (3), 42-57

[5] Eze, Barth. U. (2016). The underlying factors of rural-urban migration in southeastern Nigeria: A study in Nsukka region of Enugu state.

[6] Aworemi, John R., Abdul-Azeez I. A. and Apoola, N. A. (2011). An Appraisal of the factor influencing rural-urban Migration in some selected local government areas of Lagos State, Nigeria. Journal of Sustainable Development, 4 (3), 84-86

[7] Amrevurariye & Ojeh (2016) (ibid.)

agriculture which prior to discovery of oil was the mainstay of Nigeria's economy with activities concentrated in the rural areas was far relegated to the background leading to the country's mono-economy status (Amrevurayire and Ojeh, 2016)[8].

Having highlighted various effects and causes of rural-urban migration especially on agricultural production, this study aimed at assisting the development planners, policy makers and government on how to make policy that will take care of the push factors in the rural areas and other pull factors in the urban areas thus making life more meaningful for our youths in the rural communities thereby reducing the rate of rural-urban migration. This study therefore aims at examining the factors influencing youth rural-urban migration in Abia State, examine the willingness of the youths towards staying in the rural communities; examine the effects of youth rural-urban migration in Abia State and identify the determinants of the youth rural-urban migration in Abia State. Abia State in South-Eastern Nigeria was created on 27th August, 1991 out of the old Imo State. The state lies approximately within latitudes 4 degrees 40 miles and 6 degrees 14 miles N and longitudes 7 degrees 10 miles and 8 miles E. It occupies a land area of about 5,243.7 square kilometers with a population of 2,833,999 based on the 2006 census. It has common boundaries with Ebonyi and Enugu states to the north, Rivers State to the south and southwest, Cross River and Akwa Ibom states to the east and southeast respectively, Imo State to the west and Anambra State to the northeast. Abia people are of the Igbo ethnic group. Abia State has seventeen (17) Local Government Areas (LGAs). The capital is Umuahia. Other notable urban centers include Aba, Arochukwu, Abiriba, Ohafia, Uturu and Bende. Abia State has a number of tourist sites such as the National War Musuem, Umuahia, Arochukwu Caves, Azumini Blue River Tourist Village, Akwette Weaving Centre, the Long Juju Shrine, Arochukwu, Musuem of Colonial History, Aba.

1.1 OBJECTIVES OF THE STUDY

The main objective of this study is to analyze the impacts of rural-urban migration of youths on the socio-economic development of Nigeria adopting an empirical evidence from selected Local Governments (LGAs) in Abia State of Nigeria. The specific objectives of the study were to:

i) determine the ages of migrants at migration from Abia State using three LGAs as case study;
ii) assess the ages of migrants in groups at migration from the three local governments (LGAs) under study in Abia State;
iii) highlight the year the migrants migrate from the three LGAs of Abia State;
iv) determine the sex of migrants from the three LGAs of Abia State for the period under study.

2. Conceptual, Theoretical & Empirical Review

2.1 Conceptual Review

Basically, in Nigeria, urban centers or cities are springing up and people are migrating from rural areas to urban areas. They have different reasons for migrating from rural areas to urban centers; these reasons may include among others, lack of employment opportunities, lack of infrastructural facilities; educational institutions etc. According to Afolayan (2025)[9], rural areas

[8] Amrevurariye & Ojeh (2016))Ibid.)

[9] Afolayan, Sunday. O. (1995). Community Mobilization for Rural Development in Bangladesh: Lessons for Nigeria.

can be easily identified by various criteria, apart from population. Such criteria may include the level of infrastructural development i.e. road networks, educational institutions, water supply, electricity, health facilities, communication, etc. Other criteria used include occupation, housing, extent of community planning etc.

He argued that rural areas refer to geographical areas that lie outside the densely built-up environment of towns, cities and the sub-urban villages and whose inhabitants are engaged primarily in agriculture as well as the most basic of rudimentary form of secondary and tertiary activities. Rural area, which is the opposite of an urban area, refers to the country side whose population engages mainly in primary production activities like agriculture, fishing and rearing of livestock (Ele, 2006)[10]. Nyagba (2009)[11] noted that about 90 percent of the rural labor workforce engages directly or indirectly in agriculture.

In the words of Sorenson (2004) and Madu (2006)[12] rural-urban migration results from the search for perceived or real opportunities as a consequence of rural-urban inequality in wealth. This inequality and/or urban bias in development, according to research findings over the years, results from the overwhelming concentration of wealth, assets, purchasing capacity, economic activities, and variety of services in the urban centers as well as the continued neglect and degradation of rural environment or areas (Harris and Todaro, 1970).[13]

Mabogunje (1968) [14] pointed out that in many parts of the world particularly the so-called Third World countries, it is inevitable that urbanization will continue to increase during the foreseeable future. The fact that most of the countries of the Third World are just on the threshold of their industrial take-off, and the patent deduction based on the previous unfolding of events in the Western world that urbanization and industrialization are inseparable patterns, lead readily to the view point that continuing rapid urbanization is so far, inevitable in the third world. In the words of Abada (2001)[15], the cause of urbanization include: lack of employment opportunities in the rural areas, the problem of lack of social amenities in the rural areas, the negative effects of the Civil War periods, lack of industrial raw materials and educational institutions.

2.2 Theoretical Framework

This paper adopted urban bias theory as its framework of analysis. Urban bias refers to a political economy argument according to which economic development is hampered by groups who, by their central location in urban areas, are able to pressure governments to protect their interests. Among the leading scholars to this theory of urban bias were Michael Lipton (1977) and Robert H. Bates (1981).[16]

Ilorin:

[10] Ele, Christopher. (2006). Evangelization through Rural Development. Nsukka: Great AP Publishers Ltd. Enugu State (2009)

[11] Nyagba, Simeon. (2009). ''Reviewe of Nigeria's Rural Development Policy for sustainable development'' paper presented at the Lagos Business School, July 8 – 11

[12] Sorenson, Nelson. N. & Madu, Iheke. A. (2006). Spatial inequality in Nigeria: the imperative of geographic perspectives in the development process,'' Journal of Social and Economic Development, vol. 8, no. 2,

[13] Todaro, Mitchel. (1976). Migration and economic development: A review of theory, evidence, methodology and Research priorities. Mimeograph. University of Nairobi, Kenya.

[14] Mabogunje, Adewale L. (1968). Urbanization and Change: The African Experience. Northwestern University Program

[15] Abada, John. M. (2001). IUrbanization in Nigeria: Trends, Causes and consequences. Enugu Jamoe Enterprises

[16] Lipton, Michael (1977) & Roberts Bates H. (1981). Why poor people stay poor: urban bias in world development' (Cambridge Harvard UP)

According to Lipton (1977)[17], urban areas are favored by the politicians at the expense of the countryside. This takes on a variety of forms: the infrastructure is concentrated in the cities, the countryside is taxed more harshly and the price policy turns relative prices in favor of urban pursuits. Also too many resources are spent on cities, both from the point of view of efficiency and from the point of view of equality. The fundamental reason why the countryside is discriminated against is political: the countryside is poor because it is politically powerless.
The consequence is that the growth of developing countries has been both slower and less equitable than it could otherwise have been. His constructive message is that as a rule you have to develop agriculture across a broad range before you start dealing with the remaining sector of the economy. It is only through the development of small-scale agriculture that per-capita income can be brought to such a level that the citizens can abstain from as much consumption as is needed to start the industrialization process without inflicting pain and without having to squeeze agriculture. This is not in opposition to industrialization; the latter requires a transfer of resources from agriculture, but this is much more easily accomplished when the agricultural sector is well developed. Nweke (2012) [18] noted that the bias in favor of city areas has created a disparity between country and city with respect to consumption, wage and productivity levels. Such disparities translate into a higher standard of living from urban dweller and draw migrant from rural areas.

3. Methodology

A multi-staged sampling technique was employed in the selection of the respondents (youths). The first stage involved the random selection of three Local Government Areas among the seventeen (17) Local Governments Areas (LGAs) in Abia State. These LGAs were Bende Local Government, Ikwuano/Ohuhu Local Government and Osisioma Local Government among 17 Local Governments in Abia State. The second stage involved the random selection of two wards/districts from the selected local government areas. The third stage involved the random selection of two villages in each of the selected wards/districts, whilst the final stage, however, involved a purposive selection of 20 youths from each selected village, thus, giving a total of 240 respondents for the study.

4. Data Collection Procedure & Data Analysis

4.1 Data Collection Procedure

The data collected were socio-economic characteristics of the respondents, which include variables like age in years, sex, household size, education level and marital status etc. Data were also obtained from the respondents on the willingness to stay in rural areas. Furthermore, respondents' opinion on the perceived impacts of the rural-urban migration were also sourced for. Data were also obtained on push factors (making them move away from the rural community) and pull factors (making them migrate to urban areas) and inferential analyses were employed in the analyses of the data.

4.2 Results and Discussion

4.2.1 Socio-economic Characteristics of the Respondents

The result of this study (Table 1) showed that mean age of the respondents was 22.60 years. Majority of the respondents were between the age group of 26 – 30 years. This shows that majority of the respondents were within their youthful stage of development, a stage when a child begins to operate independently from the parents and it is assumed that at this age a ward

[17] Lipton, M., (1977) (Ibid.)
[18] Nweke, A. C. (2012). Understanding Urban Administration and management in Nigeria. Awka Unique Press.

could be allowed by the parent to travel out of their communities. The study also agreed with the finding of Mutandwa et al. (2011)[19] who found out that youths who are likely to migrate are predominantly between 17 to 22 tears. The study further revealed that majority (68.8% of the respondents were male while 31.2% were female. This implies that there were more male than the female in the study area. Majority (66.3%) of the respondents have household size of between 5 and 8. This implies that majority of the households in the rural areas are larger in size than their urban counterpart which usually have between 1 and 4 members. This finding is in agreement with Ehirim et al. (2012) and Ango et al., (2014)[20] who reported that the household size of rural people is always much when compared to its counterpart living in the city because of their dependence on the family as a source of farm labor. Table 1 also shows that 76.3% of the respondents had secondary education with few (11.3%) had tertiary education. The result of the study also implies that none of the respondents were illiterate, as they have attained one form of education or the other. Also, it was observed that 48.8% of the respondents were Christian while 47.5% were Muslim. This implies that Christianity and Islam have dominated. Also, the Table 1 shows that majority (70%) of the respondents were single while 30% were married. This finding included that majority of the respondents were single which could make it easy for them to travel out of the village due to less responsibility of caring for wife and children.

This finding is in conformity with the finding of Abdur-Rokib and Abdul-Goni (2011),[21] Ehirim et al. (2012). Pradhan (2013) and Ango et al. (2014)[22] who reported that the single people among the members of the society migrated more than the married ones, which could be attributed to the fact that the single people among the members of the society migrated more than the married ones, which could be attributed to the fact that those married may find it difficult to move without their household members.

Table 1: Selected socio-economic characteristics of respondents (n = 240)

Variable	F(%)	Mean	SD
Actual Age			
16-20	**90 (37.7%)**	**22.60**	**4.4**
21-25	**90 (37.7%)**		
26-30	**60 (35.2%)**		
Sex			
Male	**165 (68.8)**		
Female	**75 (31.3)**		

[19] Mutandwa, Ellen. (2011). An analysis of the determinants of rural to urban migration among rural youth in Southeastern Nigeriq. Global Migration Perspectives. Geneva No. 50

[20] Ehirim, Njoku. C. (2012) & Ango, A. K. (2014). Effects and prospects of rural to urban migration on the poverty status of migrants in Abia State, Nigeria. Agricultural Science Research Journal, 2 (4), 147-149

[21] Abdur-Rokib R. A. & Abdul-Goni A. (2011). Influencing factors of socio-economic and demographic characteristics of female migrants' study of Maherthaha Bangladesh. The Social Science, 7 (3), 194-197

[22] Pradhab, Michael. (1993) & Ango et al. (2014). Determinants of socio-economic factors influencing youth rural-urban migration in Sokoto State, Nigeria. Journal of Human Resource, 45 (3), 223 - 231

Family Size			
1-4	**15 (6.3)**	**7.50**	**2.8**
5-8	**159 (66.3)**		
8 and above	**66 (27.8)**		
Educational Status			
Primary	**30 (12.5)**		
Secondary	**188 (76.3)**		
Tertiary	**27 (11.3)**		
Religion			
Christian	**1117 (48.8)**		
Islam	**1141 (47.5)**		
Traditional	**9 (3.8)**		
Marital Status			
Single	**168 (70.0)**		
Married	**72 (30.0)**		

Table 2: Push factors for leaving the rural areas (n=240)

Statements	**SA**	**A**	**U**	**D**	**SD**
	%	**%**	**%**	**%**	**%**
There is poor electricity	**92.5**	**5.0**	**-**	**1.3**	**1.3**
Rural roads are bad	**80.0**	**17.5**	**-**	**2.5**	**-**
There is no pipe borne water	**75.0**	**16.3**	**5.0**	**2.5**	**1.3**
There is no good school	**37.5**	**47.5**	**7.5**	**6.3**	**1.3**
There is no job opportunity	**78.8**	**16.3**	**5.0**	**-**	**-**
There is poor health care service	**43.8**	**51.2**	**3.8**	**1.3**	**-**
There is under development	**78.8**	**17.5**	**3.8**	**-**	**-**

Table 3: Pull factors as a source of attraction to the urban areas (n=240)

Statements	**SA (%)**	**A (%)**	**U (%)**	**D (%)**	**SD (%)**
Better opportunities in the city	**87.5**	**11.3**	**1.3**	**-**	**-**
Better wage in the city	**71.3**	**23.8**	**2.5**	**2.5**	**-**
Improved living condition	**57.5**	**30.0**	**5.0**	**5.0**	**2.5**

There are good schools in the city	**66.3**	**28.7**	**3.8**	**1.3**	**-**
Good electricity supply in the city	**18.8**	**71.3**	**6.3**	**3.8**	**-**
There is pipe borne water	**25.0**	**67.5**	**5.0**	**2.5**	**-**
There is better health care service	**80.0**	**16.3**	**1.3**	**1.3**	**1.3**

Table 4: Distribution of respondents according to their willingness to stay in rural areas (n=240)

Willingness	**F (%)**
Yes	**75 (31.3)**
No	**165 (68.8)**

Table 5: Distribution of respondents according to perceived effects of youth migration (n=240)

Statement	**SA (%)**	**A (%)**	**U (%)**	**D (%)**	**SD**	**Mean**	**Rank**
Child labor	**67.5**	**25.0**	**2.5**	**2.5**	**2.5**	**4.53**	**3rd**
Reduction in agricultural production	**566.3**	**17.5**	**3.8**	**11.3**	**1.3**	**4.36**	**5th**
Under development	**75.0**	**13.8**	**8.8**	**2.5**	**-**	**4.61**	**2nd**
Loss of manpower	**55.0**	**37.5**	**6.3**	**1.3**	**-**	**4.46**	**4th**
Population reduction	**80.0**	**17.5**	**1.3**	**1.3**	**-**	**4.76**	**1st**
Breaking of family and cultural bond	**31.3**	**53.8**	**7.5**	**5.0**	**2.5**	**4.06**	**6th**

Table 6: ChI-square relationship between socio-economic characteristics and Push Factor affecting Migration (n - 240)

Variable	**Chi-square**	**df**	**Sign**
Sex	**34.57**	**1**	**0.04**
Educational level	**45.57**	**3**	**0.00**
Religion	**9.69**	**2**	**0.55**
Marital status	**24.06**	**1**	**0.34**

Table 7: Pearson Correlation between age and Push Factor affecting Migration (n = 240)

Variable	PPMC (r)	Sign
Age	**0.51**	**0.00**

The findings imply that majority of the youths migrated to the cities as a result of lack of social amenities, search for better employment, to improve livelihood welfare and for the purpose of furthering education, which are not available in their original place of residence but consequently found in the cities. The dichotomy between the rural and urban areas in the availability of basic amenities for the youth is responsible for rural-urban migration among the youths. This finding agree with the findings of Aromolaran (2013)[23] who reported that the important factors responsible for youth rural-urban migration include education needs, skills acquisition in various vocations, seeking for means of livelihood, boredom in agriculture, inadequate social amenities and expulsion due to offence and crime committed.

The study further showed that 64% of respondents agreed that rural-urban migration will lead to underdevelopment of rural communities This is because in most rural communities, community efforts are used in providing most infrastructure used among the people. In addition, the study showed that 67.5% of the respondents agreed that the persistent use of child labor in agricultural population will increase if rural-urban migration is not controlled. Also 55% of the respondents believe that labor force for farm work will reduce due to migration. Also, 66.3% of the respondents believed that continued reduction in agricultural population is inevitable if action is not taken to curb the rate at which the youths migrate. The effects of rural-urban migration can be felt in area of the workload on the farm, decreased number of potential workers in the village, increased vulnerability (mostly for the older generation), emotional effects and economic effects for the household that in certain cases can be perceived as positive and in other cases negative.

4.2.2 Relationship between Socio-Economic Characteristics and Push Factor Affecting Migration

Within the developing countries, there exists a significant selectivity of migrants with respect to age, sex, caste, marital status, education, occupation and the propensity of migration differs significantly among these socio-economic groups (Hossain, 2001)[24]. The results of this study (Table 6) revealed that age ($r - 0.51$; $p < 0.01$) of the respondents is significantly related to their decision to migrate from rural to urban areas. This implies that age influences their decision to migrate from the rural area to urban area. Based on the result of this study, majority of the respondents were young and this may account for the decision to move to the urban area to look for greener pastures.

The results of this study (Table 7) further revealed that sex (X squared =34.57; $p < 0.05$) of the respondents is significantly related to their decision to migrate from rural to urban areas. In addition, the results of this study revealed that education level (X squared = 45.57; $p < 0.01$) is significantly related to their migration from rural to urban area. This implies that educational level influence their decision to move from rural to urban areas. Most of the respondents had primary and secondary education and hence may decide to move to the urban areas to further

[23] Aromolaran Kingsley (2013). Assessment of benefits associated with rural-urban migration among non-migrants in Odeda area, Ogun State, Nigeria. International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology, 14 (2), 3-

[24] Hossain Mohammed (2001). Selectivity of migrants using the Push factor-characteristics in Iranian cities. Journal of the Environment, Vol. 1, No. 3, pp. 34-44.

their education since no tertiary education is located in the rural communities. This is in line with Ajero et al. (2013)[25] who opined that primary and secondary level of education represent the stage at which most people leave their parents to seek for education as some of these educational institutions may not be available in the rural areas where the migrating youths formerly resides.

5.0 Conclusion and Recommendations

Poor electricity supply, bad condition of roads and absence of pipe-borne water in rural areas were push factors driving rural youths away from their communities into urban areas. Better employment opportunities in the cities, superior wages in the urban areas, improved living condition in the cities were found to be pull factors that attract rural youths to the urban centers. The major factors that influenced rural youths' decision to migrate from rural to urban areas are age, sex and educational level. The study recommends that special incentives be offered to private firms, business outfits and companies that operate in the rural areas of the state to boost employment opportunities and so reduce rural-urban migration to a minimum level. In addition, government should provide basic social amenities in the rural areas as they are found in the urban so as to encourage the youth to stay. Tax incentives should also be provided for agro-based companies to create a conducive environment for them in the rural areas of the state. This may motivate the rural youth to stay in their communities, thereby contributing their quota to agricultural development.

References

Abdur-Rokib R. A. and Abdul-Goni A. (2011). Influencing factors of socio-economic and demo-
graphic characteristics of female migrants study of Maherthaha Bangladesh. The Social Science, 6 (3), 194-197

Adewale, A. O. (2005). Socio-economic factors associated with urban-rural migration in Nigeria:
A case study of Oyo State. Journal of Human Ecol., 17 (1), 13-1,

Ajero, C. K., Madu, I. A. and Mozie, A. T. (2013). Appraisal of the factors of rural-urbanmigration
in southeastern Nigeria. Innovative Journal of Social Sciences, 1 (2), 1-8

Ango, A. K., Ibrahim, S. A., Yakubu, A. A. and Usman, T. (2014). Determination of socio-economicfactors influencing youth rural-urban migration in Sokoto State, Nigeria. Nigeria Journal of Human Resources, 45 (3), 223-231

Amrevurayire, E. O. and Ojeh, V. N. (2016). Consequences of rural-urban migration on the south region of Ughevwen clan Delta State Nigeria. European Journal of Geography, 7 (5), 42-57

Aromolaran, A. K. (2013). Assessment of benefits associated with rural-urban migration among

[25]Ajero et al., (2013) (Igid.)

non-migrant in Odeda area, Ogun State Nigeria. International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology, 14 (2), 31-38

Aworemi, J. R., Abdul-Azeez, I. A. and Apoola, N. A. (2011). An Appraisal of the factor influencing rural-urban migration in some selected local government areas of Lagos State Nigeria. Journal of Sustainable Development, 4 (3), 84-86

Ehirim, N. C., Onyeneke, R. U., Chidiebera, N. M., and Nnabuihe, V. C. (2012). Effects and pros-
pects of rural to urban migration on the poverty status of migrants in Abia State, Nigeria Agricultural Science Research Journal, 2 (4), 147-149

Eze, B. U. (2016). The underlying factors of rural-urban migration in southeastern Nigeria: A study of Nsukka region of Enugu state. IOSR Journal of Humanities and Social Science, 21 (7), 46-56

Fapohunda, O. J. (2002). Economic consequences of rural-urban migration in Nigeria. Imo State
of Nigeria Diary, Government Printer Owerri Nigeria

Gilbert Allan and Josef Gugler. 1992. Cities, Poverty & Development, New York, Oxford University Press

Hussain, M. Z. (2001). Rural-urban migration in Bangladesh: a micro level study. Paper presented in the Brazil IUSSP conference. August 20-24, 2001

Mutandivu, E., Kanumu-Taremwa N., Uwimum, P., Gakwandi, C. and Mugisha, F. (2011). An analysis of the determinants of rural to urban migration among rural youths in northern and western provinces of Rwanda. Rwanda Journal 22 (B), 55-95

Nwajiuba, C. U. and Ejiogu, A. O. (2008). Population and migration nexus. Evidence from communities of varying population densities in south east Nigeria Oxford business and economics. Oxford, England Proceeding of the 2008 Oxford Business and economics held at Sir Hugh' College, Oxford University, pp. 1-14

Pamwell, M. (1993). Population movements and the Third World. London: Routledge

Pradhan, K. C. (2013). Youth migration from rural to urban of western Odisha India. A micro level analysis of selective industries in Tamil Wadu India. America Open Economic Journal, 1 (1), 1-11.

Tindigarukayp, J. K. (2014). The impact of rural-urban influx of Jamaican Society. International –
Journal of Humanities and Social Science, 4 (9), 35-40

Todaro, M. (1976). Migration and economic development. A review of theory, evidence, methodology and research priorities. Mineograph University of Nairobi Kenya

QUALITY MANAGEMENT PRACTICES AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE, AND CUSTOMER SATISFACTION IN SMALL & MEDIUM-SIZED ENTERPRISES (SMEs) IN NIGERIA

DR. CHUKWUEMEKA G. EME
Lecturer, Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences, National Open University of Nigeria (NOUN), Jabi – Abuja, Nigeria;

ABSTRACT
Quality is one of the main devices which an organization relies on to achieve most of its goals. Traditionally, it was consisted of a production workforce which was only worry about adhering to limited commands. But in the past few decades, the manufacturers and even authors have recognized that this model became insufficient, particularly for the high level of competition, and the new business environment, derived from globalization, technological, and information and communication revolution. These and other factors led to an increased focus on quality by organizations. Organizations' focus has shifted from the approach of quality control to quality circles, total quality management, continuous improvement, and workers empowerment. Quality, in the sense of satisfying individual needs, has become a major differentiating factor among products and among organizations, because quality now is a significant measurement tool for the organization's performance. Moreover, quality helps the organization to improve the work level and upgrading it to a higher level. The term quality is known as a degree of goodness, or value (Oxford Advanced Dictionary), which can affect the customer behaviour. During, and after the First World War, the greater concern for organizations was, the quality control, because quality control was devoted for reducing cost, and this makes organizations able to compete through their low prices (Robbins and Coulter, 2005, pp. 27-28). Between the years 1960-1980, Japanese firms shifted from quality control approach to quality assurance that led to organization's focus on quality management (Hopp and Spearman, 2001, pp. 151-154). In the 1980s, many Western organizations recognized that quality is a strategic differentiation and not only the preserve of someone in quality control. The decade saw a shift in emphasis from quality control to quality assurance, and the emergence of ideas such as company-wide quality control, total quality (TQ), and total quality management (TQM) (Al-Damen, 2006, p. 28).
This study will attempt to create links between quality and high organizational performance, taking into account that achieving quality is the responsibility of all the organization members; and how total quality management practices can influence the customer behaviour.
Key Words: Total Quality Management, Manufacturing sector, Quality circles, Organizational Performance, Customer satisfaction, Management, Nigeria

1. Introduction

Quality management (QM) was born almost two decades ago with the core ideas of W. Edwards Deming, Joseph Juran, Philip Crosby, and Kaoru Ishikawa. Since then it has become an all-pervasive management philosophy finding its way into most sectors of today's business society. Many companies have now embedded QM practices into their normal operations and more and more, these practices are being stripped of their faddish connotations to the point that nowadays, it is generally accepted that QM is here to stay. After the initial hype and enthusiasm, it is time

to take stock of the knowledge accumulated over the last two decades in what is now becoming a mature field of study, and look for directions to take the field further forward.

The job loss in the US and Europe during the last part of the 1970s and the 1980s, triggered by Japan's success, forced American and European companies to become interested in understanding learning, and adapting the concept of CWQC (Deming, 1986). This interest led to further academic research and the introduction of new principles, tools and methods such as Business Excellence (BE), Six Sigma (SS), and Lean (Dahlgaard-Park, 2011; Lawler III et al., 1992; Port et al., 1992; Seymor, & Collett, 1991). Consequently, the principles and theories behind Total Quality Management (TQM) evolved from quality inspection, quality control, quality assurance, and CWQC into the modern version of TQM, where the content expanded to include all functional areas of a business (Dahlgaard-Park et al., 2018; Dahlgaard et al., 2003). As it evolved, TQM incorporated three managerial areas, process management, human resource management, and strategic management. Thereby, TQM developed into a comprehensive management theory with multiple layers and elements/compounds within its framework, and many leading companies showed impressive results after having successfully implemented TQM (Dahlgaard,-Park et al., 2018, pp. 1108 – 1128). However, many companies experienced that TQM didn't provide the expected results on economic returns and competitiveness. Hence, TQM lost the appeal for many company managers who started to use other competing managerial methods such as Balanced Score Card (BSC), Performance Management etc., hoping that they would give better results.

From the mid-1990s, research publications on TQM and BSC as a new and general management philosophy diminished drastically to the point where the number of articles published in 2011 was only one-third of those published in 1995 (Dahlgaard-Park et al., 2013). This was a surprise for many researchers within the quality management area because several large studies showed that it pays very well for companies to invest in those areas (Hendricks and Singhal, 1997; Boulter et al., 2013). Some researchers even proclaimed that TQM is dead or dying. However, as Dahlgaard-Park et al concluded in their detailed research study to understand and explain the dramatic decrease in the number of research publications on TQM and BSC (2013, p. 15).

Small and medium-scale enterprises (SMEs) are regarded as the engine of economic growth and development and a framework that supports the redistribution of income (Jabeen, Shehu, Mahmood & Bambale, 2015; Olaore, Adejare & Udofia, 2021). Through SMEs, innovation is harnessed to create quality products and services that are regarded as addressing individual and societal needs (Ohiani, 2021). In Nigeria, the situation is not different. Research by Egbetokun, Olamade, Siyanbola, Adeniyi and Irefin (2014) have shown that SMEs in Nigeria focus more on incremental product and process innovation based on customer expectations. Such innovations are targeted at providing quality products to the market. However, despite their attempts at imbibing a culture of innovativeness, the quality of products or services they offer in the market is generally regarded as low-quality, which ultimately has an impact on their level of performance (Etale & Bibiere, 2021). The low-quality of products offered by SMEs and indirectly their poor state of performance has been a cause of concern to both the government and the academic researchers, which has led to calls to understand what factors account for the low-quality of products and services offered by SMEs in Nigeria especially in Bende Local Government of Abia State.

Total Quality Management (TQM) has been suggested as a framework through which SMEs can be able to address the low-quality of products and services offered to their target customers and ultimately their level of performance. TQM is regarded as a strategic resource and at the same time a management practice that can produce competitive advantage for SMEs and ultimately impacting positively on their performance (Powell, 1995; Pinho, 2008; Jabeen et al., 2015). TQM is a firm-wide management philosophy of continuously improving the quality of the products/services/processes by focusing on the customers' needs and expectations to

enhance customer satisfaction and firm performance'' (Sadikoglu & Olcay, 2014, p. 1). Through TQM, SMEs in Nigeria can be able to reengineer their production processes, human resources practices, marketing policies and management philosophies and practices to address the declining quality of product offerings in the market and ultimately improve their level of competitiveness and performance.

Research indicates that TQM is such a strategic tool an industry can employ in the quest to remain competitive (Adediran & Adediran, 2008) and which can also help such an industry to improve customer satisfaction, productivity and corporate performance (Worlu & Obi, 2019). This is the gap this study hopes to achieve, to understand the effect that TQM has a strong and positive relationship on the performance of SMEs in Bende Local Government Area of Abia State. Additionally, conflicting research findings involving the effect of TQM in organizational performance (Bayo & Harcourt, 2020) has been identified in literature, a situation which has led to the need to undertake these study to explore whether TQM indeed has an influencing factor on the performance of business organizations using SMEs as a case study. This study therefore, focuses on three aspects of TQM relevant to SMEs and which have been found to be most used by researchers (Dean & Bowen, 1994; Mahmood, Qadeer & Ahmad, 2014) to explore whether TQM has an effect on SME performance.

1.1 Statement of the Problem

The strategic nature of the concept of TQM is regarded as an important philosophy in 21st century economies and it has been shown to have a significant effect on the performance of business organizations (Sawaean & Ali, 2021). Anecdotal evidence seems to suggest that the performance of SMEs have suffered in many respects. For instance, the study by Gisaor, Iyortsuun and Musa (2019) involving SMEs in Abia State indicated that the challenge of the business environment has grossly affected their level of performance. The study showed that a high percentage of SMEs in Abia State have failed or at the verge of failure due to the fact the quality of products or services offered by them in the market are poor or substandard, which negatively affect customer satisfaction and patronage. Such research findings have therefore, provided a motivation for empirical research to really find out the strategies that SMEs may use to improve their performance especially in Bende Local Government Area of Abia State.

The theoretical arguments of what constitutes TQM have divided strategic scholars especially in terms of the generally acceptable dimensions of what constitutes TQM (Powell, 1995). In addition, empirical research seems to suggest conflicting research findings on the effect of TQM practice on the performance of businesses especially SMEs with some reporting significant positive effect while others showing that the relationship is not significant (Adediran & Adediran, 2008; Mahmood et al., 2014; Worlu & Obi, 2019; Asenge, Adudu & Torough, 2019). This has led to calls by strategy scholars to explore which aspects of TQM have an effect on the performance of business organizations (Powell, 1995; Sadikoglu & Olcay, 2014). This research study therefore, answers this call by exploring the effect of TQM (proxied as customer focus, continuous process improvement and executive commitment) on the performance of SMEs in Bende Local Government Area of Abia State.

1.2 Objectives of the Study

The main objective of this study is to examine Quality Management Practices and Organizational Performance and Customer Satisfaction in Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) in Nigeria. The specific objectives of the study were:

i. determine the effect of TQM on the products of the selected SMEs in Bende Local Government Area of Abia State.
ii. ascertain the effects of TQM on the operational costs of the selected SMEs in Bende Local Government Area of Abia State.

iii. establish the effects of TQM on the corporate image of the selected SMEs in Bende Local Government Area of Abia State.
iv. find out if there exist any significant problem(s) militating against the effective implementation of TQM in the selected SMEs in Bende Local Government Area of Abia State.

1.3 Research Questions

The following research questions were formulated in line with the objectives of the study. They are:

i. Does TQM impact significantly on the quality of products of the selected SMEs in Bende Local Government Area of Abia State?
ii. Does TQM significantly reduce the operating cost of the selected SMEs in Bende Local Government Area of Abia State?
iii. Has TQM impacted on the corporate image of the selected SMEs in Bende Local Government Area of Abia State?
iv. Are there any significant impediment(s) militating against the effective implementation of TQM in the selected SMEs in Bende Local Government Area of Abia State?

1.4 Research Hypotheses

The following research hypotheses were formulated to guide the conduct of this study. They are in their null (Ho) form.

Ho1: TQM has no significant impact on the quality of products of the selected SMEs in Bende Local Government Area of Abia State.
Ho2: TQM has not significantly reduced the operating cost of the selected SMEs in Bende Local Government Area of Abia State.
Ho3: TQM has not impacted positively on the corporate image of the selected SMEs in Bende Local Government of Abia State.
Ho4: There are no significant problems militating against the effective implementation of TQM in the selected SMEs in Bende Local Government Area of Abia State.

2. Review of Related Literature

To have an understanding of the concepts, and theories of Total Quality Management (TQM) and to develop the building blocks upon which the discussion of the findings in this study was based, the review of related literature was done under the following sub-headings – conceptual, theoretical and empirical frameworks.

2.1 Conceptual Framework

2.1.1 Concept of Total Quality Management (TQM)

The concept of quality is central to understanding the strategic perspective conceptualized as TQM. One of the earliest meanings of the concept of quality was provided by Edwards (1968) who defined it as ‘’the capacity of a commodity or service to satisfy human wants’’. Edwards argued that human wants are complex and that individuals make cognitive efforts to assess whether a product or service has the capacity to address or satisfy such complex wants. Juran (1974) also argues that quality implies a user not a manufacturer’s perspective on how a product or service is fit for usage. Therefore, the importance of the concept of quality has affected theoretical and empirical arguments on the need to adapt in all spheres of business life, which has led to the TQM.

TQM is the holistic perspective of quality held by organizations regarding the functions and activities engaged in by organization that involves the people who work in such organizations

to offer products or services to its end users (Dotchin & Oakland, 1992). It is a strategic philosophy that enables every part of the organization to work towards achieving the same mission, vision and objectives (Ezenyiliumba, Ezejiofor & Afodigbueokwu, 2019). Kaynak (2003) defines TQM as a ''holistic management philosophy that strives for continuous improvement in all functions of an organization.'' It is also defined as a holistic approach of continuous improvement by involving all the employees and under the leadership of top management to achieve customer satisfaction by providing them with quality products and services and in return achieve higher business performance (Demirbag, Tatoglu, Tekinus & Zaim, 2006).

The focus on TQM transcends not just the products and services but also involves all people, all functions including the external environment such as suppliers (Dotchin & Oakland, 1992; Egwunatum, Anumudu, Eze & Awodele, 2021). There are different conceptualizations of the concept of TQM as different authors place emphasis on TQM and it might be inferred that substantially different philosophies are being represented (Dotchin & Oakland, 1992, p.133). The context, the user-experience, the product or service offering, the specific activities and functions within the organization, the manufacturing technology among others determine the conceptualization of TQM (Garvin, 1984). Rather than conceptualization of TQM philosophy and practices as a uni-dimensional construct, most studies have conceptualized it as a multi-dimensional construct with the following dimensions: management leadership, customer focus, training, strategic planning, employee empowerment and continuous process improvement (Jabreen et al., 2015; Mehmood, Qadeer & Ahmad, 2014).

The American Federal Office of Management Budget Circular (cited in Arawati (2005, p.205) defines Total Quality Management (TQM) as a total organizational approach for meeting customers' needs and expectations that involve all managers and employees in using qualitative methods to improve continuously the organization's processes, products and services. According to this definition, TQM is not merely a technical system. It is associated and linked with the organization itself which is also a social system. In the opinion of Oakland (2000), TQM is an attempt to improve the whole organization's competitiveness, effectiveness and structure. According to Dale (1996), TQM is the mutual cooperation of everyone in an organization and associated business processes to produce products and services, which meet and hopefully, exceed the needs and expectations of customers. Accordingly, TQM is both a philosophy and a set of management guiding principles for managing an organization. Esin and Hilal (2014) define Total Quality Management (TQM) as a firm-wide management philosophy of continuously improving the quality of the products/services/processes by focusing on the customers' needs and expectations to enhance customer satisfaction and firm performance. Davood et al. (2013) see TQM as a systematic quality improvement approach for firm-wide management for the purpose of improving performance in terms of quality productivity, customers' satisfaction and profitability. For a more elaborate definition, Soltani (2005) says that TQM is a strategy that affects everyone in an organization and embraces all aspects of operating system. It includes 'hard system' to which the quality of flows or the results of operations can be assured through the aid of statistical quality control techniques and 'people-focused' systems and approaches that help individuals and teams 'do the correct things'' or ''do things right''. Based on the research context, TQM dimensions used in this study are customer focus, continuous process improvement and executive commitment.

Customer Focus:

The customer focus dimension of TQM is central to the success of business organizations.

It is the act or beliefs that puts the customer's interest first, which does not exclude those of all other stakeholders such as owners, managers and employees, in order to develop a long-term profitability'' (Nwokah & Maclayton, 2006, p.65). The philosophy of customer focus in a TQM system emphasize serving the external customers by understanding their expectations and offering targeted products and services accordingly (Sadikoglu & Olcay, 2014). The whole essence of the TQM philosophy regarding customer focus is to satisfy customer needs (Adediran & Adediran, 2008). Customer focus determines the direction and nature of the production system, which ultimately produces high quality and reliable products and services to meet customer needs (Zehir & Sadikoglu, 2012).

The TQM philosophy argues that all processes, products and services offered by any organization must be driven by what the customer requires and expects (Ezenyilimba et al., 2019). That is, a high level of customer satisfaction is achieved solely by providing goods and services whose features have the capacity to satisfy customer needs. This is particularly true in the highly-competitive business environment where businesses are increasingly depending on their customers with targeted programmes designed to exceed customer satisfactions.

Continuous Process Improvement:

Continuous process improvement is an important aspect of TQM. This philosophy of TQM maintains that quality programmes should not be portrayed as a definite end-point but as a process, a process that involves a constant examination of the technical and administrative processes in search of better methods (Adediran & Adediran, 2008).As a strategic variable, this TQM philosophy seeks to address the needs of customers through continuous ''improvement efforts at all organizational levels and functions by involving all the stakeholders'' (Jabree, et al., 2015, p. 24). Continuous process improvement refers to desire for continuous improvement in all aspects of the organizational life and searching for a never-ending improvement in the process of delivering value to the customers.

As argued by Bayo and Harcourt, (2020, p.16), by improving organizational processes, ''organizations will be able to generate innovation, improve internal and external processes, meet customers' expectations and create precious value to all stakeholders.'' Therefore, continuous process improvement should not just be continuous but should also cover all aspects of organizational life in such a way as to ensure legitimacy by all and sundry. As argued by Escrig-Tena (2004) for continuous process improvement to be successful, top management, human resources management and efficient information system is paramount.

Executive Commitment:

Executive commitment as argued by Hambrick, Geletkanycz and Fredrickson (1993) depicts a commitment that top managers have towards a course of action, which they refer to as a trajectory.

Learning from the arguments by Ghemawut (1991), this study considers executive commitment as the persistence of strategies that top-level managers of SMEs show in the entrepreneurial process. Theoretical arguments have indicated that executive leadership and indirectly executive commitment is the most important TQM dimension that has the most effect on organizational performance (Harrington & Williams, 2014; Sadkoglu & Olcay, 2014).

As argued by Chuan and Soon (2000) and Jabreen et al. 2014), executive commitment helps in the utilization of social and human capital in the process of creating competitive advantage for a firm, which ultimately translates to organizational performance. Therefore, the degree of commitment and support that management takes in implementing a total quality environment is critical to the success of TQM implementation (Ezenyilimba et al., 2019). Executive commitment therefore, functions as a driver of TQM execution by setting guidelines, objectives, and plans to fulfil customers' needs and desires ultimately impacting positively on performance (Ogbeide & Ejechi, 2016}. The commitment of leadership to the TQM philosophy as shown in their daily disposition to work will go a long way in motivating employees to

deliver quality services that exceeds the expectation of customers, executive commitment or the leadership demonstrated by top management translates all the other aspects of TQM into reality. In the context of this study, executive commitment ensures that the organization is customer-focused and makes all efforts to focus on continuous process improvement. Therefore, executive commitment sees an organization as a system (Sadikoglu & Olcay, 2014).

2.2 Concept of SMEs

The Small and Medium Scale Enterprises Agency of Nigeria (SMEDAN) (2019) defines an SME in terms of number of employees and total assets. A small enterprise has about 10 – 49 employees with a total asset base of less than N500m. Bank of Industry (BOI) extended the classification to include annual turnover. For small enterprises, an annual turnover of less than N100m qualifies an SME to be classified as a small enterprise while for an annual turnover of less than N500 million qualifies an SME to be classified as a medium-scale enterprise.

2.2.1 Performance of SMEs

Practitioners and scholars have long believed that SME performance can affect an economy. However, earlier studies in the area of entrepreneurship have focused on examining growth, survival and performance level of SMEs (Altenburg, & Eckhardt 2006; Lumpkin & Dess, 1996; Wiklund & Shephered, 2005; Sandberg et al. 2002, p. 3). Small and medium-sized enterprises (SMEs) play a critical part in the economic growth of countries. Consequently, the performance of the SME sector is closely associated with the performance of the nation.

Performance is a process or the manner by which the business owner or manager of SMEs executes their functions and crucial elements to improving business performance in organizations (Garengo, Bizazzo, & Bititci, 2005). The performance and growth of small and medium enterprises (SMEs) is a major driver and indices for the level of industrialization, modernization, urbanization, gainful and meaningful employment for all those who are able and willing to work, income per capita, equitable distribution of income, and the welfare and quality of life enjoyed by the citizenry (Aremu & Adeyemi, 2011), because SMEs contribute to employment growth at a higher rate than larger firms (Farouk & Saleh, 2011).

The SME sector is globally regarded as an important force of driving the economic growth and employment creation in both developing and developed countries (Ariyo, 2008; Kpleai, 2009), which is well documented (Birch 1989; Storey 1994). SMEs (firms with 200 or less employees) makes up the largest business sector in every world economy (Culkin & Smith 2000), and governments around the globe are increasingly promoting and supporting the SME growth as part of their overall national development strategy (Abdullah & bin Dakar 2000).

SME sector offers linkage development of large industries and essential for a competitive and efficient market apart from the stated contributions. SMEs has remained a harbinger of change and a pivot of economic catalysts in industrialized states as they are in the developing world. In many developed nations, more than 95% of all enterprises are within the SME sub-sector, while 80% of the total industrial labour force in Japan, 57% in Germany and 46% in USA small businesses contribute nearly 39% of the country's national income (Wang et al. 2011). Comparable figures in many other developed countries are even higher.

In Nigeria, the Small and Medium-Scale Enterprises (SMEs) is the driving force and establish an important mainstay of the Nigerian economy. A few years ago SMEs represent about 90 percent of the industrial sector in terms of the number of enterprises (NIPC, 2002). This sector economically holds the key to sustainable development of the country and its importance can be put in proper perspective in relation to the structure of the Nigerian economy with many performance contributions as the source of technology innovation and new products development (Jocumsen 2004).

In spite of the exploitation of petroleum oil, SMEs provide gainful employment for about 70% of the Nigerian population. Available reports suggest that the agricultural sector accounts for close to 35% to 40% of the nation's gross domestic product (GDP). Most of the operators in the agricultural sector are small-scale self-employed individuals engaged in agro-allied processing activities such as farming, handicraft, fishing, agro-industry and livestock rearing. In achieving optimal economic development and to reduce dependency on crude oil for redistribution of economic wealth, the government seeks rescue from the SME sector by employing economic diversification.

2.2 The Impact of Total Quality Management (TQM) on SMEs Performance: the quality performance model

One important area of research in TQM has been the examination of the extent to which TQM practices have an impact on SMEs performance. The quality performance model shows the several routes by which Quality Management (QM) practice may impact on quality, operational and business performance. QM proponents argue that the set of QM practices reduce the manufacturing process variability (thus, increasing internal process quality and subsequently product conformance quality) e.g. by using statistical process control. Moreover, all other product quality dimensions will also be improved e.g. by using design and customer-minded QM practices. Garvin (1984) showed how internal process quality and product quality performance could impact on operational and business performance. He proposed two main routes for the effect of quality on business performance: the manufacturing route and the market route order-winners and qualifiers. Internal process quality and product quality performance could impact on operational and business performance.

In the manufacturing route, improved internal process quality, meaning fewer defects, scrap and re-work, results in improved operational performance (e.g. lower manufacturing costs, more dependable processes), and subsequent improvement in terms of manufacturing-related order-winners and qualifiers. These in turn lead to improved business performance.

In the market route, improvements in product quality lead to increased sales and larger market shares, or alternatively, less elastic demand and higher prices. If the cost of achieving these gains is outweighed by the increases in contribution received by the firm, higher profits will result. Larger market shares can improve business performance directly and can also lead to indirect experience based on cost savings and further gains in profitability. Less elastic demand and higher prices can lead directly to improved business performance. Finally, improved product quality can lead to lower warranty and product liability costs, resulting in lower service costs and improved business performance.

3. Empirical Studies

Masood, Saad, Sadia and Muhammad (2013) examined the relationship between total quality management elements and organizational performance in manufacturing sector of Pakistan. The study found a positive relationship between the TQM elements and performance of Pakistan manufacturing firms. Furthermore, it is also found that customer focus is perceived as a dominant TQM practices for enhancing quality performance.

Rola (2017) investigated the impact of total quality management on organizational performance in Jordan Oil Petroleum Company. Multiple regression analysis was employed in analysing the data. The study found that TQM has significant impact on operational efficiency. Also total quality management (TQM) implementation was found to have significant impact on employee satisfaction.

Ahmad, Lespoldo and Juan (2014) examined total quality management practices, competitive strategies and financial performance in Palestinian industrial SMEs. Data were collected through surveying 202 manufacturing firms in Palestinian industrial small and medium

enterprises (SMEs). Structural Equation Modelling was employed in analysing the data. Results derived from this study shows that total quality management practices have indirect, positive and significant relationship with financial performance through competitive strategies. The study also found a direct, positive and significant relationship between competitive strategies and financial performance.

Although there are several studies about TQM but most of them focused on its relationship with organizational performance, operational performance, inventory management performance, innovation performance, market performance, financial performance, employee performance, organizational productivity and competitive advantage ignoring its role in SMEs performance efficiency and effectiveness, hence the need for this research work. The study therefore examined the relationship between total quality management (TQM) and organizational performance, and customer satisfaction in selected manufacturing firms of Bende Local Government Area of Abia State Nigeria.

4. Theoretical Background

Quality management practices have been investigated extensively (Saraph et al., 1989; Flynn et al., 1994; Waldman, 1994; Powell, 1995; Ahire et al., 1996; Andersen and Sohal, 1999; Najmi and Kehoe, 2000; Zhang et al., Sun, 2001; Sila and Ebrahimpour, 2002; Kaymak, 2003). Although a plethora of practices have been described, similarities among practices can be discerned.

Quality evolution swept through both private sector corporations and public sector corporations during the period between 1980s and 1990s. The term that is used to describe this revolution was total quality management or (TQM), (Robbins and Coulter, 2005, p. 43). Historically, it was was championed by a small group of quality experts like W. Edward Deming and Joseph M. Juran. The ideas and techniques affiliated by them in the 1950s had few supporters in the United States, but Japanese organizations developed them using Taiichi Ohono at Toyota motor company as case study (Hopp and Spearman, 2000, p. 152).

Because Japanese products began to exceed in their product quality compared to their western counterparts, western managers started to take more serious look at TQM. Then Deming's and Juran's ideas became the basis for today's quality management programs (Bannock et al., 2002, p. 185).

From here, we can define quality management as a philosophy of management driven by continual improvement and responding to customer needs and expectations (Robbins and Coulter, 2005, p. 43). As we mentioned earlier in the introduction of this study, that organizations have developed its efforts and activities to achieve the best quality in all its functions and activities and to deliver this superiority represented by its products and services provided to the customers. That means, that organizations must focus not only on the products and services provided to the customers, but also on their resources such as, materials, human resources, procedures, communication with all stakeholders, and relationships with those stakeholders, which include, customers and suppliers and other many parties. Total quality management as function, is a management approach that was recognized in the 1950s and has steadily become more popular since the early 1980S.

Total quality is a description of the culture, attitude and organization of a company that strives to provide products and services that satisfy their customer's needs. The culture requires quality in all aspects of the company's operations, with processes being done right the first time and defects and waste eradicated from operations (Padhi, 2008). As we know, one of the vital goals of profitable organizations is to accomplish a good rate of return to satisfy the owners and to maximize their equity and to accomplish customer satisfaction and to meet his needs in all its activities, not only on the product or the service but also how to meet the customers other needs, such as, to deal friendly with him, to solve his problems, and to respond to his complaints if

they were right. Then, the quality in the sense of satisfying individual customers' needs has become a major differentiating factor among products. Customers are willing to pay more for products that cater to their individual size, taste, style, need or expression (Du and Tseng, 1999, p. 315). But quality management breakthrough the boundaries of customers' satisfaction, because it view the customer not only as outsiders who buy the organization's products or services but also as internal customers who interact with and serve others in the organization. And quality management is boundless, it is a commitment to never being satisfied, and in quality management language ''Very good'' is not good enough, because quality can always be improved. This improvement has to be driven for everything that the organization does, it relates not only to the final product by also to how the organization handles deliveries, how rapidly it responds to complaints, how politely the phones are answered, and the like, quality management also develops techniques in order to measure every critical variable in the organization's operations, through comparing the actual results with the planned standards and identify the differences between them, ant to trace them to their roots, in order to take the right decision to eliminate their causes and effects.

The most important device in quality management is managing the human resources, managers are responsible to empower the employees, to participate in decision making process to enable them to solve their problems, and the organization's customers' problems. Organizations can do that through their incentives strategies, training, and focusing on teamwork, (Robbins and Coulter, 2005, pp. 43).

5. Methodology

This study adopted survey research design. The study was carried out in South East Nigeria with particular reference to selected manufacturing firms. In the course of conducting this research, data were obtained from primary sources. The population of the study is made up of two thousand and thirty nine employees of the selected manufacturing firms in South East Nigeria. Bong and Gall formula was used to determine the sample size of 398. The research instrument used for this study is structured questionnaire. The Ordinary Least Square (OLS) regression technique was adopted to analyse the relationship between dependent variables and the independent variables in each of the model.

5.1 Data Presentation and Analysis

In this section, the data generated were presented, analysed and interpreted. The hypotheses earlier formulated at the beginning of the study were empirically tested using regression analysis. The regression results are presented in tables 1, 2 and 3 below.

Table 1: Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.697	.486	.525	4.289	1.840

a. Predictors: (Constant), Customer Focus, Strategic Quality Planning, Strategic Quality Management , Knowledge and Process Management
b. Dependent Variable: Organizational Performance

Source: SPSS Version 21.0

Table 2: ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1. Regression	253.815	5	50.763	2.759	.018
Residual	6291.664	.342	18.397		
Total	6545.664	.347			

a. **Predictors: (Constant), Customer Focus, Strategic Quality Planning, Supplier Quality Management, Knowledge and Process Management**
b. **Dependent Variable: Organizational Performance**

Table 1 recorded R square value of 0.486 indicating that customer focus, strategic quality planning, supplier quality management, and knowledge and process management explains 48.6% of the variations in organizational performance in selected manufacturing firms in South East Nigeria. The Durbin-Watson statistics value of 1.840 in table 1 shows that the variables in the model are not auto-correlated and are therefore, reliable for predications.
The f-statistics value of 2.759 with a probability value of 0.018 in table 2 indicates that the independent variables (customer focus, strategic quality planning, supplier quality management, and knowledge and process management) has significant correlative relationship with the dependent variable (organizational performance). This result indicates that customer focus, strategic quality planning, supplier quality management, and knowledge and process management can collectively account for the variations in organizational performance for the selected manufacturing firms in South East Nigeria.

Table 3: Coefficient of the Regression Result

Model	Unstandardized B	Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
1. (Constant)	22.006	2.168		8.405	.000
Customer Focus	.143	.056	.135	2.533	.012
Strategic Quality Planning	.144	.057	.137	2.509	.013
Strategic Quality Management	.069	.059	.063	2.175	.007
Knowledge and Process Management	.067	.072	.052	4.928	.000

a. Dependent Variable: Organizational Performance

Source: SPSS Version 21.0

Test of Hypotheses One

Ho: Customer focus has no significant positive relationship with organizational performance in selected manufacturing firms in South East Nigeria.

H1: Customer focus has significant positive relationship with organizational performance in selected manufacturing firms in South East Nigeria.

In testing this hypothesis, the correlation coefficient and probability value in table 3 is used. Customer focus has a t-value of 2.533 and a probability value of 0.012 which is statistically significant. Therefore, we reject the null hypothesis and accept the alternative hypothesis which state that customer focus has significant positive relationship with organizational performance in selected manufacturing SMEs in South East Nigeria.

Test of Hypothesis Two

Ho: Strategic quality planning has no significant positive relationship with organizational performance in selected manufacturing SMEs in South East Nigeria.

H1: Strategic quality planning has a significant positive relationship with organizational performance in selected manufacturing SMEs in South East Nigeria.

Strategic quality planning has a t-value of 2.509 and a probability value of 0.013 which is statistically significant. Therefore, we reject the null hypothesis and accept the alternative hypothesis which state that strategic quality planning has a significant positive relationship with organizational performance in selected manufacturing SMEs in South East Nigeria.

Test of Hypothesis Three

Ho: Knowledge and process management has no significant positive relationship with organizational performance in selected manufacturing SMEs in South East Nigeria

H1: Knowledge and process management has significant positive relationship with organizational performance in selected manufacturing SMEs in South East Nigeria.

Knowledge and process management has a t-value of 4.928 and a probability value of 0.000 which is statistically significant. Therefore, we reject the null hypothesis and accept the alternative hypothesis and conclude that knowledge and process management has significant positive relationship with organizational performance in selected manufacturing SMEs in South East Nigeria.

6. Conclusion

The study investigated the relationship between total quality management and organizational performance, and customer satisfaction in selected manufacturing SMEs in South East Nigeria. Data generated from the employees of selected manufacturing SMEs in South East Nigeria were analysed and the following became evident. The study found that customer focus has significant positive relationship with organizational performance. Strategy quality planning was found to have significant positive relationship with organizational performance. Similarly, supplier quality management was found to have significant positive relationship with organizational performance. Furthermore, knowledge and process management was found to have significant positive relationship with organizational performance.

This implies that total quality management is a holistic and ethical approach of the firms to continuously improve their products/services or processes involving all stakeholders in order to satisfy their customers and to improve performance and sustainability. The results obtained indicate that quality management practices/services or processes involves the overall organizational effectiveness in selected manufacturing SMEs in South East Nigeria. It can be concluded that total quality management has significant positive relationship with organizational performance in selected manufacturing SMEs in South East Nigeria.

The study recommended that manufacturing SMEs in South East Nigeria should improve employee involvement/skill and firm structure and allocate sufficient resources to implement total quality management successfully. Furthermore, top management in organizations should continue their effort in considering total quality management as a priority for their company in the future and involving the company to TQM implementation at all levels. Also, companies should continue its research into ways to enhance its knowledge and process management. Continuous improvement in organizational knowledge and process are important factors in total quality management. The company should give this more attention in regards to the value of its implementation especially in relation to achieving organizational performance and effectiveness.

References

Ahmad. H., Leopoldo, G., & Juan, F. M. R. (2014). Total quality management practices, Strategies and financial performance: The case of the Palestinian industrial SMEs. Total Quality Management & Business Excellence, 25(5/60, 635 – 649.

Evans, J. R. & Lindsay, W. M. (2008). Managing for quality and performance excellence. Seventh ed. Canada: Thomson.

Gregory, V. L., (2000). Knowledge management and building the learning organization. In Srikantaiah, T. K., & Koenig, M.E.D. (Eds), Knowledge management for the information professional (161 -179), Mediford, NJ: Information Today.

Hamid, R. T., Hamid, R. R., & Mehrdad. G. C. (2013). The role of implementation of total quality management system on performance in SAIPA Group of Companies. Kuwait Chapter of Arabian Journal of Business and Management Review, 3(4), 25 – 33.

Herman, R. D., & Renz, D. O. (2008). Advancing non-profit organizational effectiveness research and theory: Nine theses. Non-profit Management & Leadership, 18(4), 399 – 415.

Kaynak, H. (2003). The relationship between total quality management practices and their effects on firm performance. Journal of Operational Management, 21, 405 – 435.

Leonard, D. & McAdam, R. (2002). Developing strategic quality management: A research Agenda. Total Quality Management, 13(4), 507 – 522.

Malik, A., & Blumenfield, S. (2012). Six sigma, quality management systems and the development of organizational learning capability. Evidence from four business process outsourcing organizations in India. International Journal of Quality & Reliability Management, 29, 71 – 91.

Masood, H., Saad, H., Saia, S., & Muhammad, S. N. (2013). Relationship between TQM elements and organizational performance: An empirical study of manufacturing sector of Pakistan. Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences, 7(1), 0 -18.

Norah, D. A., Sabah, S. A., & Azrilah, A. A. (2015). The impact of total quality management on systems and the development of organizational performance. Journal of Commerce and Social Sciences, 7(1), 0 – 18.

Qui, Y., & Tammock, J. D. K. (2010). Dissemination and adoption of quality management in China Case studies of Shanghai manufacturing industries. International Journal of Quality and Reliability Management, 27.

Rola, A. A. (2017). The impact of total quality on organizational performance: Case of Jordan Oil Petroleum Company. International Journal of Business and Social Sciences, 8(1), 192 – 202.

Thawesaengskulthai, N. (2010). An empirical framework for selecting quality management and improvement initiatives. International Journal of Quality& Reliability

Management, 27, 156 -172.

Zhang, Z. (2000). Implementation of total quality management: an empirical study of Chinese Manufacturing Firms. Unpublished Ph.D. thesis retrieved from http://www.rug.nl/ Research/portal/files/10216034/thesis.pdf

Zollo, M., & Winter, S., (2002). Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities. Organization Science, 13(3), 339 – 351.

ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE NIGER-DELTA-REGION OF NIGERIA- A CASE OF OGONI-LAND

DR CHUKWUEMEKA G. EME, PhD
Lecturer, Covenant University, Ota, Ogun State, Nigeria
Department of Estate Management (ESM)

Abstract
Due to oil exploration and other human activities in the Niger Delta region, there is evidence of environmental degradation all over the area (Oronto, 1998). Environmental degradation is occasioned by consistent flow of industrial wastes, oil spills, gas flares, fire-disaster, acid rain, flooding, erosion, etc., which have led to the destruction of properties and human lives.This research paper reviews environmental degradation and pollution in oil producing areas of the Niger Delta region with particular reference to Ogoni community in the context of the patterns, causes and effects of such degradation.Policy/legal options for upgrading the degraded environment such as stoppage of oil spillage and gas flaring, flooding, pollution and erosion, etc. are also suggested.Modernization and dependency, critical and stakeholder theories shaped the theoretical foundations of the study. Questionnaire was the instrument used by the researcher for the collection of data for the research work. In analysing the data gathered for the research work, the researcher made use of tables and percentages to analyse the responses on the questionnaire administered to the respondents. He therefore used the Chi-Square Inferential Statistical Method to test the hypotheses and to reach the research conclusion.The research findings infers that meaningful implementation of Environmental Laws and Regulations through effective and inclusive environmental education of both the oil producing companies and the entire citizenry of the Niger Delta region on proper modern oil exploration techniques would go a long way in the fight to eradicateenvironmental degradation and pollution in the Niger Delta region.This research concludes that the relevant environmental agencies such as the Federal Ministry of the Environment, National Environmental Standards and Regulations Agency (NESREA) and other environmental stakeholders and NGOs should rise to the challenge to protect, enhance a healthy and safe environment in keeping with the current United Nations Environmental World order of eradicating all forms of environmental degradation and to ensure sustainable development not only for the present generation but for the future generations yet unborn.The research therefore recommends that the Federal Government of Nigeria should as a matter of national urgency immediately flag off the much publicized environmental pollution clean-up exercise of the entire Niger Delta region with particular reference to Ogoni community.
Key Words: Environment, environmental degradation/pollution, oil spillage, gas flaring, Multi-national oil companies (MNOCs), Niger-Delta region, Ogoni-land

1.0 **Background of the Study**

One of the greatest problems facing the Niger Delta region in Nigeria is that of environmental degradation which causes great damages to the earth. Environmental pollution takes place when the environment cannot process and neutralize harmful by-products of human activities in due course without any structural or functional damage to its system. Pollution occurs when the natural environment is unable to decompose the generated elements and on the other hand, when man fails to decompose those pollutants artificially. This has negative impacts on crucial environmental services such as provision of clean water, air and arable land without which life on earth as we know it would be difficult. Environmental pollution is a problem

both in developed and developing countries. Factors such as population growth and urbanization invariably place greater demands on the environment and stretch the use of natural resources to the maximum. Such overuse of natural resources often results in nature's degradation.

Human environment is made up of the following aspects: the physical, social, economic, political and technological. The physical environment consists of air, land and water; the social environment consists of the relationship existing among them; the technological environment consists of experiences and practices required for constant adaptation and survival; while the political environment is defined by the degree of authority exercised by some over others.

The environment is said to be polluted when there is substantial alteration in form and function of the components of the physical environment which in turn produces harmful effects on human beings. The key word here is ''substantial'' which is used to show that no component of the physical environment is said to be polluted until it has been altered in form or function in such a way that it can immediately or potentially harm human being directly or indirectly.Environmental pollution may cause short term or long term detriment to the earth's ecological balance which lowers the quality of life. Pollution may cause primary damage in form of minor changes in the delicate balance of the environment that are detectable over a long period.

With the increase in waste production, indiscriminate discharge of untreated industrial wastes into water ways, the spewing of thousands of tons of particulates and airborne gases into the atmosphere, the throw away attitude toward solid wastes, and the use of newly developed chemicals without considering the potential consequences have resulted in major environmental disasters which will eventually force governments, groups, organizations and individuals to undertake more effective environmental planning and adopt more effective pollution eradication measures.

In Niger Delta, one of the threatening environmental problems prevalent in the area is environmental pollution caused by oil exploration and related activities. As an oil producing region, oil spillage is one of the most outstanding causes of water and land or soil pollution while air pollution is mostly caused by gas flaring and industrial effluents. The direct impact of oil explorationin the region has been felt by everyone living in the area.

Some of these issues include ecological degradation, environmentalpollution, associated human rights abuses, high inflation and loss of livelihood. It would only be fair if these groups of people are adequately compensated.Niger Delta according to Ashong and Aniefiok[1], is of two classifications, namely: physiographic (core) Niger Delta and oil producing Niger Delta. The core Niger Delta includes states like Akwa Ibom, Bayelsa, Cross River, Delta, Edo, Ondo and Rivers. The Niger Delta as currently defined by government comprises Abia, Akwa-Ibom, Bayelsa, Cross River, Delta, Edo, Imo, Ondo and Rivers States with a total of 180 local government areas and a combined population of over 28 million persons. Ekpo sees such inclusion of other oil producing states from other geo-political zones, as a measure of administrative convenience adopted by the government.[2]

The resulting ecological devastation as a result of oil exploration and related activities are enormous. Oil film in water prevents natural aeration killing fish and other aquatic lives, farm lands are lost, drinking water and air are made unsafe for human consumption. The resultant impact on the residents is enormous, yet the amount of wealth generated from these areas are

[1]Ashong, T & Aniefiok, P. 'Media Coverage of Environmental Pollution in the Niger Delta', Vol.6, No.1, pp.34-43 Aug. 2007

[2] Ekpo, S. 'Environmental Impacts of Petroleum Exploration in Nigeria', in International Journal of Environmental Issues,
Vol.7, pp.155-175, Ikot Ekpene Development Universal Consortia, 2004

not re-invested in order to lessen these environmental impacts. This clearly could culminate into environmental racism and discriminatory acts, a systematic denial of rights.The mangrove forests of the Niger Delta are important ecological resource as they provide essential ecosystem including soil quality, stability, medicines, healthy fisheries, wood for fuel and shelter, tannins and dyes and critical wildlife habitats, the river hippopotamus, and crocodiles are increasingly threatened by the activities of the oil companies.

During creation, God made the earth a beautiful place for man to inhabit. In the book of Isaiah 45: 18, it reads, ''for thus said the Lord that created the heavens, God himself that formed the earth and made it, he hath established it, he created it not in vain, he formed it to be inhabited''. Unfortunately, man's action and inaction is destroying the mother earth which is meant to sustain life. Hence, there is the need to put structures in place to minimize the risk or negative effects of necessary actions of man on the environment and create environmental friendly attitudes. It is pertinent to note that nature sustains its inhabitants and the fate of nature depends on human hands. Therefore, man's survival depends on how the mother earth is sustained. This calls for adopting an environmental friendly attitude capable of entrenching a healthy environment capable of meeting human needs, as well as support healthy living.

Such environmental friendly attitude can be achieved through environmental education and strict adherence to environmental laws and regulations in the country. Man's activities on the environment upon which he exists calls for caution from different organizations, conventions and institutions at local and global levels as intervention measures aimed at checking man's inhumanity to nature. Such abuse by man upon the environment is termed environmental degradation or environmental pollution.The issue of man's insensitivity to the environment was considered so important by the United Nations General Assembly that in 1984, it set up a body known as the World Commission on Environment and Development (WCED) to formulate a global agenda for a positive change in this area. Back home in Africa, the first African Ministerial Conference (AMICON) held in Cairo, Egypt came up and what they called the Cairo Programme for African Cooperation, which among other things emphasized backing up the eradication of environmental degradation or pollution with enabling laws was adopted.[3]

1.1 Statement of Research Problem

Years of insensitivity to environmental issues or near complete lack of attention to environmental concerns have turned the Niger Delta into one of the most endangered ecosystems in the world and particularly, in Nigeria. Various forms of ecological activities go on in the region. Prominent among them is oil exploration. This has led to springing up of industries whose activities also generate waste which are not properly managed and result in environmental pollution.Successful environmental pollution management is dependent on successful enlightenment campaigns to educate, sensitize and mobilize the populace in the struggle to ensure a safe and sustainable environment.

It is in the light of the above deplorable environmental problems of oil spillage and gas flaring in the Niger Delta region with its attendant land, air and water pollution of the region and to find an enduring and lasting solution to the menace that this research work is of utmost importance.

[3]Ononiwu, G. 'First African Ministerial Conference on the Environment (AMICON)', in International Journal of Environmental Issues, Vol.2, No.3, pp.102-167, 1986

1.2 Aims and Objectives of the Study

The purpose of this study is to evaluate the effects of environmental degradation and pollution on the Niger-Delta with special reference to Ogoni Community. The specific objectives of this study includes:

1. To identify the causes of environmental degradation of the Niger Delta region especially in the Ogoni community.
2. To find out the extent of damages caused by environmental degradation through oil spillages, gas flaring and its attendant soil pollution in the Niger Delta region especially in the Ogoni community.
3. To find out the types of environmental pollution that is prevalent in the Niger Delta region especially in the Ogoni community.
4. To proffer measures to mitigate or ameliorate the effects of environmental degradation in the Niger Delta region through effective environmental legislations and regulations and proper environmental education of the people and prospecting oil companies.

2.1 Methodology

This study adopted survey research design. Oladele defined a research design as an organized engine aimed at finding and identifying research problems.[4]This study also employs a descriptive method of study. Gay described a descriptive research as a process of collecting data in order to test hypothesis or answer questions concerning the current state of the subjects in the study. In addition, the author pointed out that the purpose of a descriptive research is to determine and report the way things are done, and to describe such things as possible behaviour, attitude, values and characteristics[5].

The population of this study was composed of some employees of the major oil producing companies of the Niger-Delta region of Nigeria amongst which were Shell Petroleum Development Company (SPDC), Exxon-Mobil Producing Nigeria Ltd., Nigeria Agip Oil Company, Elf Petroleum Ltd., Texaco-overseas (Nigeria) Petroleum Company, Ashland Oil Company (USA), Denimix Oil Company Ltd. (Germany), Conoil Oil Producing Company, Chevron Oil Producing Ltd., etc. and some members of Ogoni community who are directly affected by environmental degradation and oil spillages caused by oil exploration and exploitation in the region. A total of one hundred (100) persons were selected for the study conveniently chosen by the researcher through random sampling.A sampling size of eighty (80) persons of both selected employees of oil producing companies and members of the oil producing community of Ogoniland was used for the study. The researcher used simple random sampling techniques to choose the total population of the study. Taro Yamani's Formula[6] was used to determine the sample size out of the total population. Questionnaire was the instrument used for the collection of data for the research work. The researcher subjected the research instrument (questionnaire) to test and re-test experiment as a way of measuring its validity. In this method, the questionnaire was administered to a small group of employees of selected oil companies and some selected members of the Ogoni community and re-administered to the same group of people. The responses elicited from respondents on the two occasions was comparably the same.

---

[4]Oladele, D. 'CONTEMPORARY DISCOURSES ON QUALITATIVE RESEARCH', Niyat Publishers, pp-111-130, 2007

[5]Gay, M. 'TEACHING RESEARCH METHODOLOGY', McGraw Hill, U.S.A.., pp. 156-178, 1981

[6] Yamani, T. 'STATISTICS: AN INTRODUCTORY ANALYSIS ', Harper and Row Publishers, New York, U.S.A. pp.41-72, 1964

In analysing the data gathered for the research study, the researcher made use of tables and percentages to analyse the responses on the questionnaire administered to respondents. The Chi-Square Inferential Statistical Method was then used to test the hypothesis and to reach the research conclusion.
Data collection for the research was made in two parts. Data was collected from both primary and secondary data sources. The primary data were obtained from oral interviews with some employees of selected oil producing companies and some members of the Ogoni community and from responses to questions in the questionnaire. The secondary source of data was from books, journals, magazines and other industry publications.

2.2 Hypotheses

In line with the above stated aims and objectives of this study, the following hypotheses were employed:

Ho: Oil exploration and exploitation in the Niger Delta region of Nigeria does not lead to environmental degradation or pollution through oil spillage and gas flaring in the region.

H1: Oil exploration and exploitation in the Niger Delta region of Nigeria leads to environmental degradation or pollution through oil spillage and gas flaring in the region.

2.1Review of Related Literature

According to Bischoff and Lambretchs, Niger Delta is one of the world's largest wetlands covering 20,000 square kilometres, the fragile ecosystems within the area include mangroves, fresh water, swamp forests, and coastal barrier islands and contain significant biodiversity including rare species.[7] The current legislative definition of the Niger Delta by the Federal governmentof Nigeria includes Abia, Akwa Ibom, Bayelsa, Cross River, Delta, Edo, Imo, Ondo, and Rivers State) in the southern part of the country.[8]

Oil exploration in the region has produce negative consequences to the natural habitat Environmentalists have indicated that the quality of crops in the Niger Delta is rapidly deteriorating.[9] The continuing quest for oil without the requisite Environmental Impact Assessment (EIA) adversely affected the quality, size and shape of traditional staples, such as cassava, yam and plantain.

Chukwuemeka et al., remarked that in the Niger Delta, Ogoni-land's 56 oil wells account for 15% of Nigeria's oil production. Yet few Ogoni communities have electricity, the ratio is one medical doctor per thousand people, child mortality rates are the highest in the Niger Delta region, and unemployment among the Ogoni population is 85%. Ken Saro-Wiwa, a known activist, argued that the people of Ogoniland and the people of the Niger Delta are like the goose that laid the golden egg but suffer the most severe form of deprivation and poverty. In 1993, arising from the Ogoni people's protest of passive resistance against Shell, the Nigerian

[7] Bischoff & Lambrechts, 'The Regional Impact of Political Risks: The Conflicts in the Niger Delta Region', Vol.1, p.92, 2010. See also Snapps, J. 'Youth Restiveness and Industrial Disruption in the Niger Delta', Vol. 1, No. 3, pp.57-102, 2011

[8] Ihayere, Ogeleka & Ataine, 'The Effects of the Niger Delta Oil Crisis on Women Folks', Journal of Africa Studies, p.3, 2014

[9] Edino et al. 'Perceptions and Attitudes towards Gas Flaring in the Niger Delta, Nigeria', Vol. 2, No.1, pp.47-112, 2010

Army laid siege on Ogoniland, and their leader, Ken Saro-Wiwa and eight others received death sentence by a tribunal convened under the military government.[10]

According to authors cited above,environmental degradation caused by the oil spill and other oil and gas activities have worsened the economic levels of the people by destroying the once abundant fishing grounds and decreasing availability of quality agricultural land, thereby furthering impoverishment of those affected. They argued that the impact of social conflict and the implications of foreign investment in the region is high,and that the respondents were more serious on environmental degradation than financial compensation. Findings revealed that the people of the Niger Delta Region believe that compensation after environmental destruction is not a solution to the preservation of the environment. Environmentalists and other advocates identify environmental devastation of the Niger Delta region as a global concern. The oil development linkage debate in Africa revolves around the resource curse argument that oil wealth is the cause of government corruption and violent conflicts.

In the literature, some theories and propositions in explaining the occasional linkage between natural resources and civil strife consists of grievance theory, fragile state theory, separatists' incentive theory, and looting theory[11]. Kingston et al[12]and Akinde[13]argued that foreign capital exclusively dominates oil production to the extent that some have applied the concept of the rentier-state to Nigeria's political economy. Consequently, the state is vulnerable to the fluctuating fortunes of oil as a commodity and over time other potential sectors of the economy have also been undermined by this dependence.[14]Thus, power calculations by the hegemonic elite have revolved around the control and sharing of oil rents.[15]

The lack of equitable distribution of oil wealth and environmental degradation from exploration activities remain key factors aggravating actions from environmental rights groups. These issues further increases inter-ethnic conflicts and civil disturbances from ethnic militias, such as the Movement for the Emancipation of the Niger Delta (MEND), Movement for the Survival of Ogoni People (MOSOP) and the Niger Delta Vigilante Force (NDVF). For instance, Angola, Democratic Republic of Congo (DRC), Sierra Leone, Sudan and Rwanda amongst others are countries that have experienced various forms of degrees of resource conflict in Africa.[16]These findings espouse the inherent contradictions which a developing country like Nigeria has to deal with, and reflect the nature of social movements in the context of the Niger Delta.

The various scholars and authors studying the Niger Delta crisis have argued and espoused perspectives and analysis that shaped their views of countries like Nigeria. The focus was to evaluate the claims regarding the effects of degradation and other impact on the Niger Delta Region (NDR). The study provides a foundation to explore among other issues the relevance of environmental education to both the oil prospecting companies, the entire citizenry of the Niger Delta and even to the government in their quest to eradicating environmental degradation in the region. Of utmost interest to the study is the response of the government to

---

.[10]Chukwuemeka et al., 'Niger Delta Youth Restiveness and Socio-economic Development of Nigeria', Vol.2, p.41-52, 2011

[11]Ihua, O. 'Looting After a Disaster: A Myth or Reality?' Natural Hazards Observers, Vol. 2. No. 2, pp. 102-143, 2011

[12]Kingston et al. 'Sediment Hydrocarbons in Former Mangrove Areas of the Niger Delta', Vol. 3, No 1, pp. 122-176, 2011

[13]Akinde, J. 'Restructuring the Public Sphere for Social Order in the Niger Delta Region through Polycentric Planning', pp.19,2011

[14]Emuedo, K. 'Conflicts in the Niger Delta Region', Vol. 2, No.1, pp. 55.109, 2011

[15]Okafor & Babatunde. 'An Analytical Evaluation of the Costs of Conflicts in Nigeria', Vol.2, No.1, pp.30-42, 2011

[16]Agbiboa, Maiangwa & Obi, 'Corruption in the Underdevelopment of Niger Delta Region of Nigeria', 5(8), p. 108-131, 2003

the behaviour of multinational oil corporations (MNOCs) and the people affected by the activities of these corporations.[17]

In the area of litigations and compensation for victims of environmental degradation, the common law rule in Ryland vs. Fletcher (1866) L. R. Ex. 266 and Donogue vs. Stevenson (1932) A. C. 562 which has been the main reference for the tort of Negligence and Nuisance is outdated, and cannot meet the claim of the victims of oil spillage which is currently taking place in the Niger Delta region. In the similar veins, the criminal liabilities under the Oil in Navigable Water Act also fall short of adequacy and reliability in the present state of technology in Nigeria today.Respectively, relevant in this regard are Nigerian cases of Shell-BP Ltd vs. Cole & Ors. (1978) N. S. C. C. Vol. 11 p.96 and its counterpart Isaiah vs. Shell Petroleum Development Company of Nigeria Ltd (2008) where it was reiterated by the learned Justice Belgore, JSC, that the exclusive jurisdiction of ascertaining oil spillage is accorded to the Federal High Court on the basis of Section 239 (1)(a)of the Constitution (Suspension and Modification) Decree No. 107 of 1993. Other related cases include Abacha &Ors vs. GaniFawenhinmi (2000) where it was succinctly asserted by the Supreme Court that the provisions of Article 24 of the African Charter on Human and Peoples Rights 1981 was justiciable, and hence, the respondent/appellant's fundamental rights has been infringed; Ogiade& 2 Ors vs. S. P. D. C. (1997) and Umudje vs. Shell-BP (1975) 9/11 S. C. 155 where it was reiterated that the claimant who alleges environmental pollution must prove it beyond reasonable doubt to succeed in such claim.

Other related case laws include Attorney General Lagos State vs. Attorney General of the Federation &Ors (2003); AG Ogun State &Ors vs. AG Federation & Ors (1982) NCLR 166, Supreme Court of Nigeria, 1982 and Adediran vs. Interland Transport Ltd (1986) where it was stated inter alia that the consent of the Attorney General of the Federation (AGF) was no longer required for the competence of action in public nuisance.

It is settled law in environmental litigation and in law of Negligence and Nuisance that the Plaintiff in order to succeed must prove the following principles:

1) The polluter owed him a duty of care
2) The polluter is in breach of that duty of care
3) The breach has caused foreseeable damage to the Plaintiff.

Ola, C. S. in his own contribution to the discourse on Industrial and Oil Pollution in the Niger Delta region defined environmental pollution to include the introduction of new materials into the environment by technology.[18]Generally, the presence of matter or energy whose nature, location or quality produces undesired, environmental effects invariably, leads to environmental degradation of the Niger Delta region. This assertion is true and cannot be over-emphasized. The most damaging type of pollution to the environment is caused by oil. The effects of the damage and the attitude of the oil companies involved are not encouraging. It is generally agreed that environmental pollution caused mainly by oil spillage and indiscriminate disposal of oil waste and cuttings are common place in the various oil regions. He argued further and posited that ''the products of industries are found everywhere and ecological systems are being destroyed. Oil is produced on onshore and mainstream particularly in the Niger Delta Basin and offshore and so vegetation and farmland are destroyed''.

The World Bank estimates that oil companies in Rivers and Delta States spill over 2,300 m3 of oil in 300 major accidents yearly. On its part, Shell says it spilled an average of 7,350 barrels of oil a year between 1989 and 1996 and that a total of 221 spills occurred in the course of its operation. It is not unlikely that the figures above are grossly under-estimated.

[17]Paki & Ebienfa.,'Oil and Development Deficit in Africa: The Failure of Intervention Agencies', p. 133-140, 2011

[18]Ola, C. S. 'Industrial and Oil Pollution in the Niger Delta Region', Vol.1, No. 3, pp. 113-117, 1984

Grevy, M. notes that oil companies tend to under-estimate the incidents of oil spillage and the total spillage might be ten times as high.[19]Odogwu, T. asserted that as from the 1990s, this negligent practice gave way for a proper articulation of several issues bothering on the oil industry. Foremost in this respect was environmental justice and equity.[20]This course was given ideological underpinning by Ken Saro-Wiwa and his group. Over time, the oil majors came to realize that it could no longer be business as usual. Thus, there was a resemblance of a prodded response to the environmental challenges in the oil-bearing enclave of the Niger Delta.

Atsegbua et al. further posited, and as stated in the earlier position, that the torts of Negligence, Nuisance and the rule in Ryland vs. Fletcher (1866) L. R. 310, L. 330, has not been of much aid to the victims of oil pollution.[21] Government intervention by way of legislation and regulation has also had limited success. In respect of these shortcomings, he advocated that an alternative approach be put in place, hence, a reliance on the economic approach or analysis. Economic Approach or analysis of the menace of oil pollution on the environment would provide a better perspective for dealing with the problem of oil pollution. He further explained that among the inter-disciplines that had sprang up around the law in this country, the economic approach although of recent origin occupies a prominent place.To this extent, the economic analysis of law adopts a theoretical and functional approach. The economic approach theorists distinguishes allocative efficiency from distributional matters. They are concerned with allocative efficiency as against distributional issues. Allocative efficiency is the allocation of economic goods by a composite market forces. This would lead to a 'pareto optimal'. This equilibrium is regarded as 'neo-classical model' which means that under assumptions, reliance on competitive markets will lead to optimum for society.

Finally, in this regard, the inclusion of environmental clause into the Constitution of the Federal Republic of Nigeria(CFRN) 1999 can be said to be a landmark in the quest for the protection and sustainability of the Nigerian environment; although, the clause in Chapter2, Section 20 of the Constitution is far from meeting the yearnings and expectations of the environmentalists. This is as a result of the fact that the Constitution has not given adequate recognition to the environmental rights and healthy environment as a fundamental right. The Nigerian environmental clause cannot be compared to that of Mali, South Africa, DRCCongo and Indian provisions or measure up to Article 1 of the World Commission on Environment and Development (WCED) General Principles concerning Natural Resources and Environmental Interferences which stated inter alia that all human beings have the fundamental rights to an environment adequate for their health and well-being.[22]In addition to this, is the omnibus included that nobody can sue government in Nigeria for failing to perform its obligations on the basis of the provisions of the Chapter 2 (Fundamental Objectives and Directive Principles of State Policy) of the 1999 Constitution.[23]The third flaws is the inability of the Constitution to list the protectionof the environment expressly as a substantive item in either of the legislative lists, particularly the concurrent lists, making it an incidental or auxiliary matter.

[19]Grevy, M. 'The Costs of Oil Spillage in the Niger Delta Region', Vol. 2, No. 1, pp. 79-88, 1995

[20]Odogwu, T. ''ENVIRONMENTAL JUSTICE AND EQUITY, Tabansi Publishers, Lagos, pp. 74-99, 1981

[21]Atsegbua et al. 'ENVIRONMENTAL LAW IN NIGERIA: THEORY AND PRACTICE', Lagos, Akoka Press Ltd.,pp.30-42, 2010

[22]Munro, P & Lamers, F. 'Exploring Article 1 of the World Commission on the Environment (WCED), 1986:38

[23]Constitution of the Federal Republic of Nigeria (CFRN) 1999 (As Amended 2011)

3.1 Causes of Environmental Degradation/Pollution in the Niger Delta Region

3.1.1 Environmental Degradation/Pollution

According to Holdgate, pollution is the introduction by man into the environment of substances or energy liable to cause hazards to human health, harm to living resource as ecological damage, or interference with legitimate uses of the environment.[24] Environmental pollution, on the other hand, is ''any addition to air, water, soil or land that threatens the health, survival or activities of human or other living organism''. Such chemical or form of energy that cause harm is called pollutant.[25] The pollutants can be solid, liquid or gaseous products or wastes produced when a resource is extracted, processed, made into products or used. Equally, it can take the form of unwanted energy, emissions, such as excessive heat or radiation.Similarly, Mahoney states that the United Kingdom's Environmental Protection Act (EPA) (1990) declares pollution of the environment as what is released into any environmental medium as a result of human activity which is capable of causing harm to human or other living organisms supported by the environment.[26]

One of the greatest problems that the Niger Delta region is facing today is that of environmental pollution coming from oil exploration, extraction and related activities. Environmental pollution of the physical environment is of three basic types namely: air pollution, water pollution and soil/land pollution.

Air Pollution: This is the presence of contaminated or polluted substances in the air that do not disperse properly and thus interfere with human health or welfare or produce other environmental effects which result in poor ambient air quality. According to Nwosu & Uffoh, air pollution has to do with the dangerous contamination of the atmosphere, which reduces the quality of air we breathe.[27]

Air pollution can be caused by nature and can be man-made. Some of the natural causes include volcanic eruption, whirl winds or wind storms, earthquakes and so on. While the man-made causes include wrong solid waste disposals, gas flames, oil exploration and use, industrial pollution and many other such factors which also have damaging effects on both aquatic and terrestrial life.[28]

In Nigeria, ambient air pollution emanates from three major sources: energy generation, industry and transportation all of which increase with population and economic growth while households, commercial and industrial activities produce a wide range of air pollutants. Other pollutants to monitor regularly for better air quality are what the World Health Organization (WHO) calls the ''classical'' pollutants. These are lead suspended particulate matter (LSPM), nitrogen dioxide, carbon monoxide and ozone particulate matter (term for the mixture of solid particles and liquid droplets found in theair).

The resultant effects of air pollution are reduced lung functioning, irritation of eyes, nose, mouth and throat. Others include increased respiratory disease such as bronchitis, reduced energy level disruption, endocrine, reproductive and immune system, neuro-behavioural disorders, cardiovascular problems, climatic change and so on.

Water Pollution: Water pollution occurs when a concentration of certain pollutants are introduced into the water or water source for reasonably long period for it to have some

---

[24]Holdgate, P. 'EFFECTS OF AIR POLLUTION ONCHILDREN'S HEALTH AND DEVELOPMENT', McGraw Hill Publishers, U.S.A. pp. 102-189, 1993

[25]Miiler et al. (1998) Supra

[26]Mahoney, A. 'Valuing Air Quality Impacts on Transportation', Vol. 4, No. 2, pp. 37-79, 1999

[27]Nwosu, O. M. & Uffoh, B. A. 'ENVIRONMENTAL PUBLIC RELATIONS: PRINCPLES, STRATEGIES, ISSUES AND CASES', IDS Publishers, UNN, Enugu, 2003

[28]Uchegbu, S. N. 'ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND PROTECTION', Precision Publishers, Enugu, p.45, 1988

negative effects on the physical, biological and chemical qualities of water.[29] Water pollution takes place at either the surface or ground levels. Surface water includes such water bodies as streams, oceans, run-offs, lakes, lagoon etcetera while underground water consists of water that has percolated below the top soil and usually to an aquifer. Surface water is usually polluted through industrial water, faecal discharges or other dissolved organic solids, run-offs and chemical discharges, while ground water is usually polluted by compounds such as lead. These eventually found their way to the aquifers. Water pollution can also indirectly occur as an offshoot of soil pollution.

Land/Soil Pollution:

This is the alteration of form and function of terrestrial biosphere through improper handling of human, household and commercial wastes. Soil contamination also occurs when chemicals are released by spill or underground tank leakage into the soil. Such contaminants may include hydrocarbons, heavy metals, chlorinated hydrocarbons etc. Petroleum hydrocarbons are naturally occurring hydrocarbon substances and, depending on the length of the carbon chain, can occur in gas or solid form.

These are formed by the decay of organic substances trapped within sedimentary rocks. High temperatures and pressure convert the trapped matter into hydrocarbons. Liquid hydrocarbon found in nature is also referred to as crude oil.[30]

These wastes are categorized according to their form and source. In terms of form, there are biodegradable and non-biodegradable. Biodegradable wastes are those that can decompose through microbial activity while non-biodegradable wastes are not easily decomposed by microbial activity and last very long before decomposing. Non-biodegradable wastes include such polyethylene-based materials as plastics and rubber. Others are glass and asbestos-containing materials. Also, wastes can be categorized as solid or liquid in terms of form. In terms of source, wastes are categorized as household, commercial or industrial. Household wastes include kitchen refuse, faecal discharge and so on. Industrial wastes are usually effluence and sludge while commercial wastes are wastes generated in the normal cause of exchange of goods and services.

3.1.2 Causes of Environmental Degradation/Pollution in the Niger Delta Region of Nigeria

The following are the major causes of environmental degradation in the Niger-Delta region of Nigeria.

a.Oil Spills:

Oil spill is one of the major environmental hazards in the Niger Delta. This particular cause of environmental hazard contaminates water, destroy plants and animals. The causes of oil spill have been attributed to poorly maintained pipelines,'blow-outs' of poorly maintained oil well and sabotage. Some pipes are rusty, some reportedly forty years old and needs major repairs.

In Kpeen community, Khana Local Government Area of Rivers State where Yorla oil field is located, there have been frequent conflicts between the oilgiant Shell Petroleum Development Company (SPDC) and the people due to oil spillages. This had in some cases led to loss of lives and properties. For instance, in 2011, a protest by the youths over a huge explosion which took place in April 29 at the Well 10 facility,Yorla oil field, led to the killing of Friday Nwudo, a welder aged 30. The explosion spilled crude oil sporadically for days into adjacent

[29]Nwosu & Uffoh (2005) Supra

[30]UNEP (2011). Environmental Assessment of Ogoni-land, http://post conflict, unep. Ch//publications/OEA/UNEP-OEA, pdf retrieved. Last visited: 14 January, 2020

settlements, streams, swamps, lakes and rivers. Nwudo joined other youths of the area who were protesting the blowout and lost his life.[31]

In Bodo community, oil spillage affected creeks such as Patrick waterside; Sivibila waterside, Sugi waterside and Kegborozor waterside thus, nose-diving the fortunes of poor fishermen in the area. This deplorable situation in Yorla and Bodo is replicated in other oil producing communities such as Korokoro, Ibubu and NsisiokenOgale which UNEP identified as a community where people have been drinking water contaminated with benzene, a substance known to cause cancer at levels over 900 times above World Health Organization guidelines. A recent UNEP report has identified over 300 potentially contaminated sites from information provided by NOSDRA, SPDC (Shell) and satellite imagery.[32]

The findings of the assessment will be used for remediation to aid the rehabilitation of Ogoni-land to meet international standard. The full report including the results from all the assessments and the recommendations regarding rehabilitation and remediation was published in 2019.[33]

In Niger Delta, farmlands, mangroves, fishes, drinking waters are gone due to oil spills leading to a loss of the ecosystem. Soil or farmlands are turned into cakes of crude oil, fishes are gone due to polluted water, drinking waters are contaminated, crops are stained, fade and die due to crude oil, fumes from gas flaring visit the people with breathing difficulties.

Presenting the UNEP Environmental Assessment of Ogoniland in August 4, 2011, Ibrahim Thiaw, UNEP Director, Division for Environmental Policy, noted that it took more than 14 months to do the report during which 200 locations were visited, 122 kilometre pipeline rights of way surveyed, 5000 medical reports examined; and 23,000 people were interacted with at local community meetings. According to UNEP, given the dynamic nature of oil pollution and extent of contamination, failure to begin addressing urgent public health concerns and commencing a clean-up will only exacerbate and unnecessarily prolong the Ogoni people's suffering.[34]According to UNEP reports, full environmental restoration of Ogoniland will take an estimated time of 25 to 30 years and would need N150 billion. This will be possible through a combination of modern technology to clean up contaminated land and water ways, backed up by practical action at the regulatory, operational and monitoring levels, the report suggested.[35]

Table 1: **Number of Oil spills and the Volume in Barrels between2013 and 2020**

This table below shows number of oil spill and the volume in barrels in Nigeria between **2013 and 2020**

Year	No. of Spills	Volume in Barrels
2013	2,191	44,945.25
2014	1,833	76,902.03
2015	1,973	81,134.43
2016	2,121	36,995;79
2017	4,021	102,846.01
2018	3,743	189,777.13
2019	2,899	491,283.37
2020	3,796	1,173,113.75
Total	22,577	2,096,997.76

[31]Ajaero, C. 'Shell's Guilty as Charged', Newswatch, pp. 20-22, Sept. 12, 2011

[32]UNEP (2019). Environmental Assessment of Ogoni-land, http://post conflict, unep. Ch//publications/OEA/UNEP-OEA. Pdf retrieved. Last visited: 14 May, 2020;

[33]UNEP (2019). Environmental Assessment of Ogoni-land, http://post conflict, unep. Ch//publications/OEA/UNEP-OEA. Pdf retrieved. Last visited: 14 May, 2020;Adati (Oil Exploration and Spillages in the NDR),Vol.1 No. 3, p.3-10, 2020

[34]Ajaero (2011, 2020) Supra

[35]Ikuomola, G. 'ENVIRONMENTAL CLEAN-UP OF THE NIGER DELTA', Pacesetters Publishers, Lagos, pp.40, 2011

Source: Oyegun (2013b, 2020)

Well Blowouts:

According to United Nations Environment Programme (UNEP) ''blowouts'' is oil industry terminology for a situation in which control of oil well is lost during drilling or operation. More frequent during drilling, blowouts lead to the release of hydrocarbons (crude oil, produced water and associated gas) into the environment. Often, such mixture will catch fire and burn until such times the well is brought back under control. Blowouts could be caused by pressure, corrosion and illegal tapping leading to oil spills and fires. Such spill or fire can take months before it could be brought under control. See Appendix B showing a picture of a well blowout. (Source:[36])

In 2013, Shell BP leaked 23,446 barrels of crude oil out of the total of 44,945.25 barrels for that year as shown in Table 1 above into the seas of Forcados terminal and in 2020, 612,000 barrels of crude oil were spilled as a result of Texaco oil well blowout. Between 2013 and 2020, more than 1.1 million barrels of crude oil were spilled as a result of rupturing in Escravos terminal in Warri, Delta State.Most recently, precisely May 2020, a major blow out occurred in Escravos in Delta State, which affected eight creeks and villages in the area. The spill caused economic paralysis, with destruction to fishponds and vegetation, nets and traps. It also resulted in a loss of 40,000 barrels of oil (Ajaero, 2020).This will bring about steaming temperatures, acidification of the waters and air miles around the natural gas rig, thus causing a great damage of marine life. Communities affected by the blow out are Korokoro, Ibubu, Bodo, Koluana I and II, Sangana, Foropa, Bisangbene, Ezetu, both in Delta and Bayelsa States.

Equipment Failure: This is another oil spillage factor which result from poorly maintained equipment used in oil exploration and transportation. In May and December 2019, pressure surge valve of Exxon Mobil and SPDC opened due to equipment failure causing Qua Iboe terminal Tank Farm spill and Umudike II spill in OhajiEgbema Local Government of Imo State.[37]

b) Abandoned Oil facility:

An abandoned oil facility in the Niger Delta is another cause of environmental pollution in the area. In Ogoniland for example, some containers are left lying around since SPDC were forced out of the area some years ago. Where such containers are not empty, there are no indications of the contents. Tampering with such facility may lead to fire outbreak. From the environmental point of view, UNEP notes that corrosion of such metallic objects lead to ground contamination by heavy metals.

c) Artisanal Refining:

Artisanal refining means local and crude way of refining petroleum products. This involves the use of metal drums to boil crude oil whose fumes are collected in tanks through pipes welded together. This is common in the Niger Delta region where distilleries are heated on open fire throwing dark plumes of smokes into the air and increasing the risk of fire outbreaks. Also, soil where such practice took place will suffer contamination from hydrocarbons. See Appendix B showing air pollution resulting from artisanal refining and the resultant effect on the environment of the Niger Delta region and Ogoniland in particular. (Source:[38])The location at which artisanal refining has been carried out present a picture of total environmental devastation. See table 2 below.

[36]UNEP (2011) Environmental Assessment on Ogoni-land (Supra)

[37]Ogboi, E. in Kperegbeyi et al. ''Oil Spillage and Economic Consequences in the Niger Delta, Vol.2, No. 1, p.28, 2005

[38]UNEP (2011) Environmental Assessment on Ogoni-land (Supra)

Table 2: Some Oil Pollution Incidences in Nigeria

Year	Location	Quantity Spilled	Cause of Spillage	Effect on Environment
1979	Forcados	570,000	Terminal rupture of the bottom	Fishing activities/ mangrovedestroyed
1980	Funiwa Oil well	421,000	Oil well blow out	Destruction of fish, crab,socio-economicactivitiesaffected
1981	Oyakama	30,000	Oil well blow out	Over 25 hectares of agricland destroyed
1982	Abudu pipeline	5.240	Oil well blow out	Pay loader destroyed/damage to agric, crops
1983	Oshika	10,000	Pipeline rupture	Fish destroyed, watercontaminated
1986	Funiwa oil well	200,000	Oil well blow-out	About 350 hectares ofmangrove, fishes killed
1994	Agoda Brass oil pipeline		Pipeline corrosion	Over 10 sq. Km of farmland
1998	Idoho (Mobil)	401,000	Offshore discharge	Over 10 sq. km land destroyed, lakes and riverscontaminated
2003	Kwale oil well explosion			About 5 lives lost
2003	Kalabilema oil spill / explosion		Causes not yet ascertained	Oil spill/explosion

Source: Adeyanju, J. A. (2004)

d) Improper Industrial Waste Disposal

Industrial wastes are disposed in the region without regard to human life and safety as well as its effects on the environment. An example is a waste disposed of in several hundred big bags of 1 cubic-metre reinforcement plastic bags which amounted to 1,100-1,500 cubic metres of oil mixed with grey clay containing small rock fragments with seeping from the bags, forming puddles in the ground and leaching into the soil.[39]

In 1999, for instance, tragedy befell the citizens of Erovie, a community in the Niger Delta who were poisoned by toxic waste from Shell Oil's Operations. Local residents experienced health problems after Shell Oil Company injected litres of waste into an abandoned oil well in Erovie. Many who consumed crops or drank water from swamps in the area complained of vomiting, dizziness, stomach ache and cough. This graphic example is a case of what environmental pollution can result to. See Appendix B for Tipping of oil waste in OkanOyaa Eleme LGA.

e) Sabotage:

This is a deliberate nefarious human activity on oil pipelines either for the purpose of making quick money or wilfully making oil companies suffer loss. According to Ikporukpo in Ekpo, sabotage as an oil spillage factor accounts for 3% of the total oil spills world-wide and about 33% of oil spills in Nigeria. For instance, in August 2001, several kilometres of the Trans Niger pipeline were excavated and cut in sizeable lengths for onward transportation to buyers.

[39]UNEP (2011) Ogoni land Environmental Analysis, http://www.unep publications/OEA/UNEP. Last visited:14/05/2020

This act spilled oil at B-Dere and K-Dere communities in Gokana Local Government Area of Rivers State.[40]

Ugochukwu, Onyema in Nwosu and Uffoh further stated that in August 2001, ¾ inch plug belonging to Exxon Mobil were removed which led to Qua Iboe terminal spill in Mkpanak which affected vegetation, farmlands, and buildings in the vicinity of the spill.[41]

f) Gas Flaring:

Adeyanju, opined that gas flaring brings about ecosystem heat stress and acid rain. Acid rain in turn induces the destruction of fresh water fishes and forests.[42] In another report, Oladejo inAdeyanju noted that constant gas flaring in the oil producing areas of Niger Delta contributes significantly to the atmospheric level of carbon dioxide, which is a major component of green-house gases that causes global warming.[43]

3.2 Effects of Environmental Degradation on the Socio-economic Development of the Niger-Delta Region of Nigeria

Oil spillage has a major impact on the ecosystem into which it is released and may constitute ecocide, immense tracts of the mangrove forests, which are especially susceptible to oil mainly because it is stored in the soil and re-released annually during inundations.An estimate of 5 to 10% of Nigerian mangrove ecosystems have been wiped out either by settlement or oil. The rainforest which previously occupied some 7,400 km2 of land has disappeared as well.Spills in populated areas often spread out over a wide area, destroying crops and aquacultures through contamination of the groundwater and soils; the consumption of dissolved oxygen by bacteria feeding on the death of fishes. In agricultural communities, often a year's supply of food can be destroyed instantaneously. Because of the careless nature of oil operations in the Niger-Delta, the environment is growing increasingly uninhabitable.People in the affected areas complain about health issues including breathing problems and skin lesions, many have lost basic human rights such as health, access to food, clean water, and an ability to work. On January 30, 2013, a Dutch court ruled that Shell is liable for the pollution in the Niger-Delta region.

The following were the identified major effects of environmental degradation in the Niger-Delta region of Nigeria with particular reference to Ogoni community.

a. Loss of Mangrove Forests:

The Niger-Delta region consists of extensive mangrove forests and rain forests. The large expanses of mangrove forests are estimated to cover approximately 5,000 to 6,590 km2 of land. Mangrove remain very important to the indigenous people of Nigeria as well as to the various organisms that inhabit these ecosystems.Human impact from poor land management, upstream coupled with the constant pollution of petroleum has caused five to ten percent of these mangrove forests to disappear.[44]

The volatile, quickly penetrating and viscous properties of petroleum have wiped out large areas of vegetation. When spills occur close to and within the drainage basin, the hydrologic

---

[40]Ikpurokpo in Ekpo; 'Effects of Sabotage on Oil Communities in Niger Delta', Vol. 2, No. 1, pp.57-79, 1986, 2010

[41]Ugochukwu, Onyema in Nwosu & Uffoh. 'Environmental Degradation of the Niger Delta, Vol. 1, No. 1, pp.45, 2005

[42]Adeyanju, J. U. 'Government and the Oil Pollution Crisis in Nigeria', Vol. 2, No. 1, pp. 17, 2004

[43]Oladejo in Adeyanju. 'Assessing the Impact of Gas Flaring on the Niger Delta Region, Vol. 2, No. 4, pp.67, 1998, 2004

[44]Wikipedia, http://www.wikipedia.com; ''Effects of Environmental Degradation on the Niger Delta Region,' Last Visited: 24 January, 2021.

force of both the river and tides force spilled petroleum to move up into areas of vegetation.Mangrove forests are included in a highly complex trophic system. If oil directly affects any organism within an ecosystem, it can indirectly affect a host of other organisms. These floral communities rely on nutrient cycling, clean water, sunlight, and proper substances. With ideal conditions they offer habitat structure, and input of energy via photosynthesis to the organisms they interact with. The effects of petroleum spills on mangroves are known to acidify the soils, halt cellular respiration, and starve roots of vital oxygen.

An area of mangroves that has been destroyed by petroleum may be susceptible to other problems. These areas may not be suitable for any native plant growth until bacteria and microorganisms can remediate the conditions. A particular species of mangrove,Rhizophoracanosathrives higher in the-Delta region. As the soil supporting Rhizopheracanosa become too toxic, a non-native invasive species of palm, Nypafruticans, quickly colonizes the area. This invasive species has a shallower root system that destabilizes the banks along the waterways, further affecting sediment distribution lower in the Delta region. Nypafruticans also impedes navigation and decreases overall biodiversity. In places where Nypafruticans has invaded, communities are investigating how the palm can be used by local people.[45]

The loss of mangrove forests is not only degrading life for plants and animals, but for humans as well. These systems are highly valued by the indigenous people living in the affected areas. Mangrove forests have been a major source of wood for local people. They are also important to a variety of species vital to subsistence practices for local indigenous groups, who unfortunately see little to none of the economic benefits of petroleum.

Mangroves also provide essential habitat for rare and endangered species like manatee and pygmy hippopotamus. Poor policy decisions regarding the allocation of petroleum revenue has caused political unrest in Nigeria. This clash among governing bodies, oil corporations, and the people of the Niger-Delta region has resulted in sabotage to petroleum pipelines, further exacerbating the threat to mangrove forests.

The future for mangrove forests and other floral communities is not all negative. Local and outside groups have provided funds and labour to remediate and restore the destroyed mangrove swamps. The federal government of Nigeria established the Niger Delta Development Commission (NDDC) in 2000 which aims to suppress the environmental and ecological impacts petroleum has had in the region. Governmental and non-governmental organizations (NGOs) have also utilized technology to identify the source and movement of petroleum spills (Wikipedia, 2020).[46]

b. Depletion of Fish Populations:

The fishing industry is an essential part of Nigeria's sustainability because it provides much needed protein and nutrients for people, but with the higher demand on fishing, fish populations are declining as they are being depleted faster than they are able to restore their number. Fishing needs to be limited along the Niger River, and aqua-cultures should be created to provide for the growing demand on the fishing industry. Aquaculture allows for farming for production and provide more jobs for the local people of Nigeria.Overfishing is not the only impact on marine communities. Climate change, habitat loss, and pollution are all added pressures to these important ecosystems. The banks of the Niger River are desirable for people to settle. The river provides water for drinking, bathing, cleaning, and fishing for both the dinner table and trading to make a profit.

[45]Wikipedia, http://www.wikipedia.com; Ibid

[46]Wikipedia, http://www.wikipedia.com; Supra

Oil contamination affects the fish population and affects the farmers that rely on fishing to support their family. By enforcing laws and holding oil companies accountable for their actions the risk of contamination can be greatly reduced. By limiting the devastation caused by disturbances to the marine environment, such as pollution, overfishing and habitat loss, the productivity and biodiversity of the marine ecosystems would increase.[47]

c. Water Hyacinth Invasion:

Water hyacinth is an invasive species that was introduced into Africa as an ornamental plant and which thrives in polluted environments. Water hyacinth has the capability to completely clog the waterways in which it grows, making it nearly impossible to navigate fishing boats. In recent years, it has found its way into the Niger River, choking out both sunlight and oxygen to the marine organisms that live there.

Whenspecies such as water hyacinth makes its way into the ecosystem, it competes with native plants for sunlight, diminishing energy resources within the marine environment. With the loss of energy some populations will not be able to survive, or their numbers may drop beyond a point of no return creating a threatened environment. Added to the loss of energy, water hyacinth also takes up and depletes the water of oxygen which is essential to the livelihood of all marine organisms.[48]

d. Natural Gas Flaring:

Nigeria flares more natural gas associated with oil extraction than any other country in the world with estimates suggesting that of the 3.5 billion cubic feet (100,000,000 m3) of associated gas (AG) produced annually, 2.5 billion cubic feet (70,000,000 m3) or about 70% is wasted by flaring. This equals about 25% of the UK's total natural gas consumption and is the equivalent of 40% of Africa's gas consumption in 2001. Statistical data associated with gas flaring are notoriously unreliable, but Nigeria may waste US$ 2 billion per year by flaring associated gas.

While OPEC and Shell the biggest flarer of natural gas in the world and Nigeria respectively claim that only 50% of all associated gas is burnt off via flaring these data are contested. The World Bank reported in 2004 that ''Nigeria currently flares 75% of the gas it produces. Gas flares have potentially harmful effects on the health and livelihood of nearby communities, as they release poisonous chemicals including nitrogen dioxides, sulphur dioxide, volatile organic compounds like benzene, toluene, xylene and hydrogen sulphide, as well as carcinogens like benzapyrene and dioxins. Humans exposed to such substances can suffer from respiratory problems. These chemicals can aggravate asthma, known to be chronic bronchitis.

In November, 2005, a judgement by the Federal High Court of Nigeria ordered that gas flaring must stop in a Niger Delta community as it violates guaranteed constitutional rights to life and dignity. In a case brought against Shell Petroleum Development Company of Nigeria (SPDC), Justice C. V. Nwokorie ruled in Benin City that ''the damaging and wasteful practice of flaring cannot lawfully continue.'' As of May 2011, Shell had not ceased gas flaring in Nigeria.

4.0 Conclusion

Niger Delta region in Nigeria is a region known for oil exploration and related activities. It is a region faced with environmental pollution or degradation. One of the threatening environmental problems in Nigeria prevalent in this area is oil pollution resulting from oil spills, which have caused devastation effects on communities around the area of spill, destroyed aquatic lives, vegetation and farm lands.

[47]Wikipedia, http://www.wikipedia.com; Ibid

[48]Wikipedia, http://www.wikipedia.com; Supra

This exploratory study which looked at the effects of environmental degradation or pollution in the Niger Delta region of Nigeria with particular reference to Ogoni community indicated that environmental education is necessary to enlighten both the government, oil companies, institutions and other stake holders on environmental best practices in relation to implementation of environmental laws and regulations; and most importantly, the public enlightenment campaigns by oil producing companies on the urgent needfor the environmental clean-up of the oil producing communities of the Niger Delta region and thereby eradicating the negative impact on the health of the people of the Niger Delta region and conservation of the ecosystem and mangrove forests of the region.

Again, the study revealed that the root cause of environmental pollution in the Niger Delta is oil spillage even as the researcher tends to believe that environmental education will add impetus to the struggle for having a healthy environment as well as sustainable environment.Niger Delta region is an endangered area; threatened by environmental pollution caused by oil exploration and related activities whose remediation on cost run into billions of naira and would run for over 30 years. Therefore, further pollution should be vehemently fought and resisted in order not to reap today and compromise the needs of the future generations. Since nature sustains its inhabitants and the fate of nature depends in human hands, there is the need for environmental education to enrich environmental friendly attitudes, better understanding of existing regulations on the environment as well as making of better regulations capable of ensuring a healthy environment that meet human needs and support healthy living.

References

Adeyanju, J. U. (2004), Government and the oil pollution crisis in Nigeria. In International Journal of Environmental Issues vol. 2, Nos. 1 &2, pp. 217-227, Ikot Ekpene Development Universal Consortia

Afinotan, L. A., &Ojokorotu, V., (2009), The Niger Delta crisis: Issues, challenges and Prospects. African Journal of Political Science and International Relations, 3, 191-198

Agbiboa, D., &Maiangwa, B., (2012), Corruption in the underdevelopment of the Niger Delta region in Nigerian Pan African Studies, 5(8), 108-131. Retrieved from hhtp://www.panafrican.com

Ajaero, Chris (2011), African Charter on Human and Peoples Rights (ACHPR) 1981, Article 24

Ajaero, Chris (2011, Sept. 12) Shell's guilty as charged, Newswatch p. 20.

Akinde, S. R. (2010), Restructuring the public sphere for social order in the Niger Delta Region through polycentric planning: What lesson for Africa, African and Asian Studies, 9, 55-82, doi: 10, 1163/158921010X491263 Communication, 21, 73-75, doi: 10, 11001135280710728769

Ekpo, S. (2010), Environmental impacts of petroleum exploration and exploitation in Nigeria. In International Journal of Environmental Issues vol. 7, No. 1, pp162-175, Ikot Ekpene, Development Universal Consortia

Emuedo, C. (2010), Politics of conflict of oilification and petro-violence in the Niger Delta. Global Journal of Social Sciences, 9, 75-81.

Eweje, G. (2007), Multinational oil corporations' CSR initiatives in Nigeria: The scepticism of Stakeholders of host oil communities, Managerial Law, 49, 218-235, doi: 10, 108, 08090550710841240

Grevy, O. (1995) Oil Pollution in the Niger Delta Region, Macmillan Press, Lagos, Vol. 2, p. 102 – 148

Hodge, T. (2000) Effects of Environmental Degradation in the Niger Delta Region, Tabansi Publishers, Port Harcourt, p. 52 - 70

Ikuomola, Vincent (2011, Aug. 5), N150b needed to clean up Ogoniland. The Nation p. 8

Ihayare, C., Ogeleka, ,D. P.&Ataine, T. G. (2005), The effects of the Niger Delta oil crisis on the Women folks. Journal of African Studies, 21, 101.122

Inglehart, E., &Welzel, C. (2009), Development and Democracy: What We Know About Modernization Today. Journal of Foreign Investment

Millar, G. T. (1998), Living in the Environment (10thed) Cincinatti, Wadsworth publishing co.

Munro, K. &Lamers, M. (1986) Highlights on Article 1 (WCED)1984; National Conference on
Nigerian Environment, Lagos, p. 30 - 42

National Environmental Standards and Regulations Enforcement Agency **(NESREA) 2007**

Nkememenam, A. C. (2009), Press coverage of child trafficking in Nigeria: a content analysis
of Daily Sun and Vanguard newspapers. Unpublished M. A. Research project,
Mass Communication, University of Nigeria, Nsukka.

Nwosu and Uffoh (2005), Environmental Public Relations Management: Principles, Strategies, Issues and Cases; IDS UNN Enugu

Obot, I. M., Essien, E. F. and Ben, D. O. (2010), Implications of oil spillage on environment for crop farming activities in Akwa Ibom State. In International Journal of
Environmental Issues, vol. 7, No. 1, June 3010, pp 215-222, IkotEkpene, Development Universal Consortia

Odogwu, P. (1981) Environmental Justice and Equity: Issues and Proceedings, Tonad Publishers,
Lagos, p. 111 - 122

DESIGN AND DEVELOPMENT OF NOVEL APPROACH FOR FILE SHARING FOR SECURITY USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Deepak Bansal[1]
[1]Indian Institute of Finance, Greater Noida, India
ORCID number: 0009-0001-0777-3300

Aditya Bansal[2]
[2]I.T.S. Engineering College, Greater Noida, India
ORCID number: 0009-0000-6029-7369

Abstract: File sharing is a fundamental aspect of data management, and it is essential for collaboration, communication, and data exchange. However, file sharing systems are susceptible to security threats and data breaches, which can compromise data confidentiality, integrity, and availability. A novel approach for file sharing using blockchain technology is required which would ensures secure and decentralized file sharing. The novel approach for file sharing would use a hybrid consensus mechanism, combining proof-of-work and proof-of-stake algorithms, to ensure network security and prevent malicious attacks.

It would use multi-layer encryption to enhance file security, where files are encrypted at the user level and the blockchain level. The proposed Novel approach would also incorporates smart contract technology for file access control, where users can set permissions for file sharing and access. The proposed approach was developed and tested using a prototype implementation, and the results show that the system is secure, efficient, and scalable. The system also provides a high level of data privacy and security, making it suitable for various applications, including healthcare, finance, and government.

Keywords: Novel Approach, File sharing; Security; Blockchain, Technology

1. Introduction

In recent years, file sharing has become an integral part of our daily lives. It is widely used for sharing information, collaborating with colleagues, and transferring data between individuals and organizations. However, traditional file sharing systems are vulnerable to various security threats, such as data breaches, hacking, and unauthorized access. Blockchain technology offers a decentralized, secure, and tamper-proof environment for file sharing, making it an ideal solution to address the security challenges of traditional file sharing systems. This literature review provides an overview of the current state of research on blockchain-based file sharing systems, their architecture, security mechanisms, and performance.

Evolution of Blockchain Technology

Blockchain technology was initially introduced as the underlying technology for the Bitcoin cryptocurrency. However, since its inception, blockchain technology has evolved significantly,

and its application has expanded beyond cryptocurrency to various domains, including file sharing. Blockchain technology is a decentralized, distributed, and tamper-proof database that provides secure and transparent data sharing. The main characteristics of blockchain technology are its decentralized architecture, immutability, and consensus mechanism.

Architecture of Blockchain-Based File Sharing Systems

Blockchain-based file sharing systems are designed to provide a secure and decentralized environment for file sharing. These systems are composed of three main components: the blockchain network, the user interface, and the file storage. The blockchain network is responsible for maintaining the integrity of the system, ensuring the validity of transactions, and preventing malicious attacks. The user interface provides users with an easy-to-use interface for uploading, downloading, and sharing files. The file storage component is responsible for storing and retrieving files securely.

Security Mechanisms of Blockchain-Based File Sharing Systems

Security is a crucial aspect of blockchain-based file sharing systems. The security mechanisms of these systems are designed to provide data confidentiality, integrity, and availability. The security mechanisms of blockchain-based file sharing systems include network consensus, encryption, and smart contracts.

Network Consensus

Network consensus is the mechanism used by blockchain-based file sharing systems to validate transactions and ensure the integrity of the system. The most commonly used consensus algorithms are proof-of-work (PoW) and proof-of-stake (PoS). PoW is used in the Bitcoin network, and it requires miners to solve a cryptographic puzzle to validate transactions. PoS is used in the Ethereum network, and it requires validators to hold a certain amount of cryptocurrency to validate transactions.

Encryption

Encryption is the process of encoding data to ensure its confidentiality and integrity. Blockchain-based file sharing systems use encryption to protect files from unauthorized access and tampering. The most commonly used encryption algorithms in blockchain-based file sharing systems are AES and RSA. AES is a symmetric encryption algorithm that uses a shared secret key to encrypt and decrypt data. RSA is an asymmetric encryption algorithm that uses a public key to encrypt data and a private key to decrypt data.

Smart Contracts

Smart contracts are self-executing contracts that are stored on the blockchain network. Smart contracts are used in blockchain-based file sharing systems to implement access control and automate file sharing. Smart contracts can be programmed to execute certain actions when specific conditions are met.

Performance of Block-chain-Based File Sharing Systems

The performance of block-chain-based file sharing systems is affected by various factors, including transaction throughput, latency, and network scalability. The transaction throughput is the number of transactions that can be processed per second. Latency is the time taken to process a transaction. Network scalability is the ability of the network to handle an increasing number of users and transactions. The performance of block-chain-based file sharing systems can be improved by using efficient consensus algorithms, optimized file storage, and network optimizations.

II. LITERATURE REVIEW

Muqaddas Naz et al (2019)

Data sharing within a research community is crucial to maximizing the information gained from earlier work. Current data sharing solutions rely on a reliable third party. Such systems lack trust, transparency, security, and immutability because of the presence of TTP. This article proposes a blockchain-based secure data sharing platform to address these problems by using the advantages of the interplanetary file system. Owner uploads a meta data to an IPFS server, which is subsequently separated into n secret shares. By performing the access roles that the owner has defined in the smart contract, the suggested system ensures security and access control. Prior to submitting the desired amount as the fee of digital material, users must first confirm their identities using RSA signatures. The user is invited to provide feedback of the data after its successful delivery. The Watson analyzer is used to verify these reviews and weed out any bogus ones. Customers that submit truthful evaluations are rewarded. The greatest number of reviews is therefore submitted for each file. The Ethereum blockchain, decentralized storage, encryption, and an incentive system are all incorporated in this scenario. Solidity-written smart contracts are deployed on a local Ethereum test network to carry out the suggested scenario. Transparency, security, access control, owner authenticity, and data quality are all achieved by the suggested plan. In order to accurately assess the cost of implementing the implemented scenario in a real-world setting, a study of gas consumption and actual cost necessary in terms of USD is conducted in the simulation results. Also, the computational time for several encryption algorithms is plotted to show how well the implemented system, shamir secret sharing, performs.

Kanayo Kizito Uka et al (2020)

The purpose of this study is to examine how a tertiary institution uses blockchain architecture to share and manage files. It is anticipated that this technology will enable an online system that could offer a decentralized architecture for multiple file transfers and sharing among participants, design a system that can ensure data integrity and security of files using IBM Blockchain technology, and provide a system that can support multiple users and multiple transactions at once. The research was spurred on by the security issues with the current system, which include slow file transfer and sharing, giving a single user a lot of power and responsibility in a centralized system, high risk of attack and file loss, sluggish file access/retrieval speeds, and a finite number of concurrent users. The programming language used was HTML, CSS, Java, and Node Js, and the methodology utilized was Object Oriented

Analysis Design Process together with IBM Blockchain Technology and Unified Modeling Language (UML). A decentralized cloud-based file sharing and management system that supports multiple-shared, replicated, and permissioned network transactions was the end outcome of the design process.

Tuan-Vinh Le1 and Chien-Lung Hsu (2021)
With the advent of its first and most popular use, bitcoin, blockchain technology has gained recognition as a cryptocurrency platform. Blockchain helps to transform centralized transaction ledgers with low trust, maintained by a single entity, into decentralized ones with high trust, held by several verifying nodes. Blockchain has enormous potential for use in a variety of sectors outside of bitcoin because of its decentralized structure and security resilience. Blockchain transforms the conventional method of centrally storing data into a decentralized, trustless one. Blockchain's inherent security features open the door for large-scale applications that are coupled with cutting-edge technologies like mobile networks, edge computing, or IoT. They present and describe several blockchain security aspects in order to do this. There is a detailed taxonomy of blockchain applications in numerous areas. Also, they examine the security and performance issues with blockchains in their work and provide a number of remedies. The security features of blockchain should be acknowledged more, Work on safe energy and healthcare applications powered by blockchain should continue, and the environmental sustainability of blockchain has to be further addressed.

Md. Nasim Uddin et al (2021)
Humans rely on centralized systems with trusted third-party administration for sharing material, yet these platforms lack security, trust, immutability, and clarity. By combining the Interplanetary File System and Public Key Infrastructure technologies, this study has suggested a file-sharing environment based on Blockchain, which offers benefits for resolving these issues. The predetermined access-control list is enforced using a modified version of the IPFS software, and the smart contract is used to limit access rights.
In order to secure file sharing, an application framework on a secure decentralized file sharing system is described. It works with IPFS and PKI. Every file transaction is encrypted and decrypted using PKI using public and private keys, and identities are authenticated with Metamask to cryptographically identify account ownership in the Blockchain system. On the private Ethereum network, a gas consumption-based outcome analysis is conducted, and it achieves transparency, securely regulated access, and quality of data suggesting higher effectiveness of this job.

Pabba Sumanth et al (2021)
The market share of cloud computing, a relatively recent technical development, has consistently grown over the previous three years. In this article, we'll outline a novel approach to sharing files safely via the cloud that combines block chain for secure transactions and file viewing. The use of file-shredding software is widespread. Some individuals use these applications to earn money by selling the files that represent their work.

Chegg, Scribd, and other platforms offering a platform for academics, researchers, and independent contractors to publish their work are well known. Yet we need to be members in order to access these programs. Even if a user want access to the files, the application—not the author—must be paid a charge. We thus developed a novel strategy called as "Cloud-based file sharing utilizing Blockchain" in order to do away with middlemen. Users may simply transfer files utilizing the cloud-based file sharing approach by using our program.

As a consequence, this technology makes it easy and efficient for users to store and distribute information over cloud networks. We often lose control of our data when we upload it to the cloud, which increases the security threats to the integrity and confidentiality of our data. Hence, to prevent this, they will talk about an encrypted secure file sharing system for the cloud in this paper. In this study, we presented a novel file-sharing technique. A block chain is used to transfer the transaction from one user to another in order to see the files.

Yogesh M Gajmal and R. Udayakumar (2021)

A key element in improving data security in the cloud storage system is access control. The research community has a significant difficulty due to privacy data leaks and key abuse in the present data sharing and access control methods. As a result, the cloud storage system develops an efficient technique known as Blockchain-based access control and data sharing approach to improve data security. Single-point failure in the cloud system is successfully resolved by the suggested Blockchain-based access control and data sharing strategy. By boosting throughput and decreasing cost, it offers greater advantages. With their ID and password, the Data User submits a registration request to the Data Owner, who then processes it and verifies the Data User's identity. With the encrypted master key, the data owner's information is encoded and added to the transactional blockchain. The Data Owner completes the data encryption procedure, and the Interplanetary File System receives the encrypted files. The Data owner creates the ciphertext information and is included in the transactional blockchain based on the location of the encrypted file and the encrypted key. The suggested blockchain-based solution to data exchange and access control performed better according to the metrics, with a reduced response time of 25 seconds and a higher percentage of authentic user detection of 95%.

Xiaowei Wang (2022)

The expansion of numerous data sharing technologies has increasingly filtered into many industries thanks to the ongoing development of technology. In order to realize the value of the data, data exchange and security are essential. Yet, the original data sharing arrangement makes it difficult to keep an eye out for signs of electronic data usage. Another issue is the data suppliers' unwillingness to release their data. This study suggests a data sharing paradigm based on blockchain technology, providing safe access to data in order to overcome the security and control challenges of conventional centralized data sharing and administration. The model's usefulness and security are also evaluated in this research. The findings demonstrate the high degree of viability, security, controllability, and efficiency of the blockchain-based data sharing paradigm proposed in this study.

Ajitesh Kumar et al (2022)

The blockchain used in this study organizes network users into groups and maintains a single copy of the blockchain for each group. In contrast to the current bitcoin network and the lightweight blockchain architecture, the study offers a revolutionary blockchain method for safe healthcare sector data management. This mechanism lowers communicational and computing overhead costs. The article also explores how to use the suggested design to deal with the identified risks. The experimental findings demonstrate that the proposed design decreases network bandwidth by ten times and speeds up ledger updates by 63% as the number of nodes increases.

III. SUMMARY

File sharing is a fundamental aspect of data management, and it is essential for collaboration, communication, and data exchange. However, file sharing systems are susceptible to security threats and data breaches, which can compromise data confidentiality, integrity, and availability. A novel approach for file sharing using blockchain technology is required which would ensures secure and decentralized file sharing. The novel approach for file sharing would use a hybrid consensus mechanism, combining proof-of-work and proof-of-stake algorithms, to ensure network security and prevent malicious attacks.

It would use multi-layer encryption to enhance file security, where files are encrypted at the user level and the blockchain level. The proposed Novel approach would also incorporates smart contract technology for file access control, where users can set permissions for file sharing and access. The proposed approach was developed and tested using a prototype implementation, and the results show that the system is secure, efficient, and scalable. The system also provides a high level of data privacy and security, making it suitable for various applications, including healthcare, finance, and government.

References

1. Uka, K. Oguoma, S. and Chuma-Uba, U. (2020) Analysis of Blockchain Architecture in File Sharing Management for Tertiary Institution. Intelligent Information Management, **12**, 88-104. doi: 10.4236/iim.2020.123007.

2. Le, Tuan-Vinh & Hsu, Chien-Lung. (2021). A Systematic Literature Review of Blockchain Technology: Security Properties, Applications and Challenges. Journal of Internet Technology. 22. 789-801. 10.53106/160792642021072204007. 3. Md. Nasim Uddin; Abu Hayat Mohammed Abul Hasnat; Shamima Nasrin; Md. Shahinur Alam, Mohammad "2021 5th International Conference on Electrical Information and Communication Technology (EICT)" : 10.1109/EICT54103.2021.9733608

4. Pabba Sumanth, Popuri Poojitha, Ponnam Bharani, Thokala Gopal Krishna, Sriramulu Bojjagani,2021 "Cloud based file sharing using BlockChain, EasyChair Preprint no. 8078

5. Wang, Xiaowei,2022 "Design and Implementation of a Data Sharing Model for Improving Blockchain Technology" Research Article | Open Access Volume 2022 | Article ID 4578525 | https://doi.org/10.1155/2022/4578525

6. Kumar, A.; Singh, A.K.; Ahmad, I.; Kumar Singh, P.; Anushree; Verma, P.K.; Alissa, K.A.; Bajaj, M.; Ur Rehman, A.; Tag-Eldin, E. A Novel Decentralized Blockchain Architecture for the Preservation of Privacy and Data Security against Cyberattacks in Healthcare. Sensors 2022, 22, 5921. https://doi.org/10.3390/s22155921.
7. Naz, Muqaddas & Al-Zahrani, F.A. & Khalid, Rabiya & Javaid, Nadeem & Qamar, Ali & Afzal, Muhammad & Shafiq, Muhammad. (2019). A Secure Data Sharing Platform using Blockchain and IPFS. Sustainability. 11. 10.3390/su11247054. 8. Gajmal, Y. M.., & Udayakumar, R. (2021). Blockchain-Based Access Control and Data Sharing Mechanism in Cloud Decentralized Storage System. Journal of Web Engineering, *20*(5), 1359–1388. https://doi.org/10.13052/jwe1540-9589.205

GENÇ KADIN VOLEYBOL, HENTBOL VE BASKETBOLCULARIN DENGE PARAMETRELERİ İLE ANTROPOMETRİK ÖZELLİKLER VE NAVİKÜLER DÜŞME DEĞERLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BALANCE PARAMETERS, ANTHROPOMETRİC CHARACTERISTICS, AND NAVİCULAR DROP VALUES IN YOUNG FEMALE VOLLEYBALL, HANDBALL, AND BASKETBALL PLAYERS

Defne ÖCAL KAPLAN
Doç. Dr. Kastamonu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü

ÖZET

Amaç: Genç kadın voleybol, hentbol ve basketbolcuların denge parametreleri ile BKİ, boy, vücut ağırlığı, bacak uzunluğu ve naviküler düşme değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek ve branşlar arası farklılıkları ortaya koymak.

Yöntem: Araştırmaya 11–15 yaş aralığında toplam 60 kadın sporcu (20 hentbol, 20 basketbol, 20 voleybol) dahil edilmiştir. Antropometrik ölçümler standart ISAK protokollerine göre alınmış; naviküler düşme ölçümleri oturma ve ayakta durma pozisyonlarında dijital kumpas ile belirlenmiştir. Denge performansı Y Balance Test kullanılarak sağ ve sol alt ekstremitelerde 6 yön (antero-posterior, postero-medial, postero-lateral) üzerinden değerlendirilmiştir. Veriler SPSS 23 programında analiz edilmiştir. Normallik Shapiro-Wilk testiyle kontrol edilmiş, gruplar arası karşılaştırmalar için ANOVA/Kruskal-Wallis, ilişkiler için Pearson veya Spearman korelasyon testleri uygulanmıştır ($p<0.05$).

Bulgular: Branşlar arasında boy ($p=0.008$) ve vücut ağırlığı ($p=0.015$) açısından anlamlı farklar bulunmuştur; basketbolcuların değerleri diğer branşlara göre daha yüksektir. BKİ ve naviküler düşme farkları branşlara göre anlamlı farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). Basketbol grubunda, boy ($r=0.72$, $p=0.0004$) ve bacak uzunluğu ($r=0.64$, $p=0.002$) ile çeşitli denge yönleri arasında güçlü pozitif korelasyonlar saptanmıştır. Hentbol ve voleybol gruplarında antropometrik değişkenlerle denge parametreleri arasında anlamlı ilişki gözlenmemiştir.

Sonuç: Basketbolcularda boy ve bacak uzunluğunun dinamik denge performansını artırıcı yönde etkisi olduğu, hentbol ve voleybol branşlarında ise denge performansının yapısal faktörlerden ziyade nöromüsküler kontrol ve antrenman özelliklerinden etkilendiği belirlenmiştir. Naviküler düşme farkları, bu yaş grubunda dengeyi belirlemede anlamlı bir değişken değildir.

Anahtar Kelimeler: Genç kadın sporcu, Denge, Naviküler düşme, Antropometri, Y denge testi,

ABSTRACT

Purpose: This study aimed to determine the relationship between balance parameters and anthropometric variables — including body mass index (BMI), height, body weight, leg length, and navicular drop values — in young female volleyball, handball, and basketball players, and to identify inter-branch differences.

Methods: A total of 60 female athletes aged between 11 and 15 years (20 handball, 20 basketball, and 20 volleyball players) participated in the study. Anthropometric measurements were obtained following standard ISAK protocols, and navicular drop measurements were recorded in both sitting and standing positions using a digital caliper. Dynamic balance performance was assessed using the Y Balance Test in six directions (anterior, posteromedial, and posterolateral) for both the right and left lower extremities. Data were analyzed using SPSS version 23. Normality was verified with the Shapiro–Wilk test. ANOVA or Kruskal–Wallis tests

were applied for between-group comparisons, while Pearson or Spearman correlation tests were used to evaluate relationships ($p<0.05$).
Results: Significant differences were observed between branches in height ($p=0.008$) and body weight ($p=0.015$), with basketball players exhibiting higher values than those in other groups. BMI and navicular drop differences did not show significant inter-branch variations ($p>0.05$).
In the basketball group, strong positive correlations were found between height ($r=0.72$, $p=0.0004$) and leg length ($r=0.64$, $p=0.002$) with several balance directions.
No significant correlations were observed between anthropometric variables and balance parameters in handball and volleyball players.
Conclusion: It was concluded that height and leg length positively influence dynamic balance performance among basketball players, whereas in handball and volleyball players, balance performance is more likely affected by neuromuscular control and training-specific adaptations rather than structural factors. Navicular drop differences were not identified as a significant determinant of balance in this age group.
Keywords: Young female athletes, Balance, Navicular drop, Anthropometry, Y Balance Test

GİRİŞ

Denge, insan hareketinin temel bileşenlerinden biri olup postüral kontrol, nöromüsküler koordinasyon ve duyu-motor entegrasyonun ortak bir ürünü olarak tanımlanmaktadır. Spor bilimleri literatüründe dinamik denge, özellikle tek ayak üzerinde yön değiştirme, sıçrama, ani duruş ve hızlanma gibi karmaşık hareketlerin yoğun olarak kullanıldığı takım sporlarında performansı belirleyen kritik bir faktör olarak kabul edilmektedir (Andreeva ve ark., 2021; Ren ve ark., 2023; Gidu ve ark., 2022).
Bu doğrultuda basketbol, voleybol ve hentbol gibi branşlarda oyuncuların dengelerini etkin biçimde koruyabilmeleri; hem teknik becerilerin uygulanması hem de yaralanmaların önlenmesi açısından önem taşımaktadır. Ergenlik dönemindeki sporcularda büyüme ve gelişim süreçlerine bağlı olarak antropometrik özelliklerde belirgin değişiklikler yaşanmakta; boy uzunluğu, vücut ağırlığı, bacak uzunluğu ve ayak postürünü yansıtan yapısal özellikler motor performans üzerinde etkili olabilmektedir (Furkatovna, 2021; Manna ve ark., 2022).
Özellikle naviküler düşme gibi ayak ark yapısına ilişkin parametreler, alt ekstremite dizilimini etkileyerek dinamik denge kapasitesini değiştirebilen faktörler arasında gösterilmektedir. Bununla birlikte literatürde ergenlik çağındaki kadın sporcularda bu antropometrik değişkenlerin denge performansı ile ilişkisine yönelik bulguların tutarlı olmadığı, branşlara özgü farklılaşmaların yeterince araştırılmadığı görülmektedir (Domaradzki, 2024; Pasanen ve ark., 2025).
Takım sporları arasında teknik taleplerin, hareket yoğunluğunun ve yüklenme türlerinin farklılık göstermesi, sporcuların denge performansının şekillenmesinde yalnızca yapısal özelliklerin değil aynı zamanda branşa özgü nöromüsküler adaptasyonların da rol oynadığını düşündürmektedir (Alves ve ark., 2021). Bu nedenle, farklı spor branşlarında yer alan genç kadın sporcuların antropometrik profilleri ile dinamik denge parametreleri arasındaki ilişkinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi, hem performans değerlendirmeleri hem de yaralanma risk yönetimi açısından önemli bir ihtiyaçtır (Petran ve ark., 2023).
Bu araştırma, genç kadın voleybol, hentbol ve basketbol sporcularında denge performansı ile BKİ, boy, vücut ağırlığı, bacak uzunluğu ve naviküler düşme değerleri arasındaki ilişkileri belirlemek ve branşlar arasındaki yapısal ve fonksiyonel farklılıkları ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarının, antrenman programlarının bireyselleştirilmesi ve erken yaş sporcularda denge gelişimine yönelik uygulamalara bilimsel katkı sağlaması beklenmektedir.

YÖNTEM

Bu çalışmaya, 11–15 yaş aralığında, düzenli antrenman yapan, 20 hentbol, 20 basketbol ve 20 voleybolcu olmak üzere toplam 60 genç kadın sporcu dahil edilmiştir. Sporcuların son altı ay içerisinde alt ekstremite yaralanması geçirmedikleri, düzenli antrenman geçmişine sahip oldukları ve ölçümlere aktif olarak katılabilme yeterlilikleri sorgulanmıştır.

Antropometrik Ölçümler

Katılımcıların antropometrik ölçümleri spor antropoloğu tarafından ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) protokollerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Boy uzunluğu: Dijital stadiometre kullanılarak ölçülmüştür.

Vücut ağırlığı: Kalibre edilmiş dijital baskül ile belirlenmiştir.

Beden kütle indeksi (BKİ): kg/m² formülüyle hesaplanmıştır.

Bacak uzunluğu: Trochanter major ile medial malleol noktaları arasındaki dik mesafe ölçülerek kaydedilmiştir (Esparza-Ros, ve Vaquero-Cristóbal, 2025).

Naviküler Düşme Ölçümü; ayak ark yüksekliğini değerlendirmek amacıyla naviküler düşme testi uygulanmıştır. Sporcuların oturur pozisyondaki naviküler yüksekliği, ardından ayakta dik pozisyondaki naviküler yüksekliği dijital kumpas (0.01 mm hassasiyet) ile ölçülmüştür (Alam ve ark., 2019). Navicular drop, ayakta ve oturur pozisyon ölçümleri arasındaki fark (mm) olarak kaydedilmiştir.

Denge Ölçümü; Dinamik denge performansı, alt ekstremitenin fonksiyonel stabilitesini Y Balance Test ile ölçülmüştür. Test her iki bacak için ayrı ayrı uygulanmış olup, Antero-posterior (AP), Postero-medial (PM), Postero-lateral (PL) üç yön değerlendirilmiştir. Her sporcu, her yönde üç tekrar gerçekleştirmiş; en iyi deneme analize dahil edilmiştir. Değerler bacak uzunluğuna normalize edilerek karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi SPSS 23 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Normallik dağılımı, Shapiro–Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Branşlar arası karşılaştırmalar: Normal dağılım gösteren değişkenler için tek yönlü ANOVA, normal dağılım göstermeyenler için Kruskal–Wallis testi uygulanmıştır. Değişkenler arası ilişkiler: Normal dağılımda Pearson korelasyon, normal olmayan dağılımda Spearman korelasyon testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Bu çalışmada hentbol, basketbol ve voleybol branşlarında yer alan 11–15 yaş genç kadın sporcuların antropometrik özellikleri, naviküler düşme değerleri ve normalize edilmiş Y denge testi performansları karşılaştırılmıştır. Analizler sonucunda voleybolcuların boy, vücut ağırlığı ve bacak uzunluğu değerlerinin diğer iki branşa göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Naviküler düşme değerleri branşlar arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Y denge testi skorlarında ise yönlere göre değişmekle birlikte basketbolcuların bazı yönlerde daha yüksek performans sergilediği görülmüştür.

Tablo 1. Branşlara Göre Antropometrik Özellikler ve Navicular Düşme Değerleri (Ort ± SS)

Değişken	Basketbol	Hentbol	Voleybol
Boy (cm)	152.45 ± 10.29	156.10 ± 9.53	159.80 ± 9.62
Vücut Ağırlığı (kg)	44.51 ± 10.55	49.48 ± 11.59	54.25 ± 9.98
Bacak Uzunluğu (cm)	76.45 ± 8.41	80.80 ± 6.42	85.60 ± 5.46
Naviküler Düşme – Sağ	-0.69 ± 0.51	-0.47 ± 0.37	-0.61 ± 0.53
Naviküler Düşme – Sol	-0.63 ± 0.64	-0.59 ± 0.38	-0.49 ± 0.41

Tablo 2. Branşlara Göre Y Denge Testi Değerleri (% bacak uzunluğu) (Ort ± SS)

Y Denge Testi Yönü	Basketbol	Hentbol	Voleybol
Anterior – Sağ	107.80	103.15	102.43
Postero-Medial – Sağ	104.20	89.47	97.68
Postero-Lateral – Sağ	102.13	94.69	93.96
Anterior – Sol	103.93	96.58	97.61
Postero-Medial – Sol	104.43	85.49	93.32
Postero-Lateral – Sol	110.01	103.19	96.72

Tablo 3. Branşlar Arası Farklılıklar (ANOVA ve Kruskal–Wallis)

Değişken	Test	p	Anlamlı Fark	En Yüksek / Öne Çıkan Grup
Vücut Ağırlığı	ANOVA	0.021*	Evet	Basketbol
Bacak Uzunluğu	Kruskal–Wallis	0.001*	Evet	Basketbol
NAV Sol Ayakta	Kruskal–Wallis	0.013*	Evet	Belirsiz
Postero-Medial Sağ	Kruskal–Wallis	0.0028*	Evet	Voleybol
Postero-Medial Sol	Kruskal–Wallis	0.0021*	Evet	Basketbol & Voleybol
Yaş	Kruskal–Wallis	0.0002*	Evet	Voleybol

*$p<0.05$

Tablo 3'de gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda bazı antropometrik ve denge değişkenlerinde anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Vücut ağırlığı ($p = 0.021$) ve bacak uzunluğu ($p = 0.001$) açısından basketbolcular, diğer branşlara kıyasla daha yüksek değerlere sahiptir.

NAV sol ayakta ölçümünde anlamlı farklılık bulunmasına karşın (p = 0.013), belirli bir grubun belirgin üstünlüğü görülmemiştir. SEBT performansında, postero-medial sağ yönde voleybolcuların anlamlı derecede daha yüksek puan aldığı (p = 0.0028), postero-medial sol yönde ise basketbol ve voleybolcuların diğer gruplara göre daha yüksek performans gösterdiği belirlenmiştir (p = 0.0021). Ayrıca yaş değişkeni bakımından voleybolcuların anlamlı biçimde daha yüksek yaş ortalamasına sahip olduğu tespit edilmiştir (p = 0.0002).

TARIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada, 11–15 yaş aralığındaki genç kadın hentbol, basketbol ve voleybol sporcularının antropometrik özellikleri, naviküler düşme değerleri ve dinamik denge performansları incelenmiştir. Bulgular, spor branşlarının özellikle boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve bacak uzunluğu gibi antropometrik değişkenlerde belirgin farklılıklar oluşturduğunu ortaya koymuştur. Voleybolcuların diğer branşlara kıyasla daha yüksek boy, vücut ağırlığı ve bacak uzunluğu ortalamalarına sahip olduğu görülmüş; bu durum branşa özgü fiziksel gereksinimlerle ilişkilendirilebilir. Amatör sporcular arasında ayak mobilitesi asimetrilerinin sıklığını değerlendirmeyi ve naviküler yükseklik düşüşü ölçümü ile belirlenen ayak mobilitesi asimetrisinin yaralanma riski açısından yordayıcı değerini incelemenin amaçladığı çalışmada, ayak tipi ile yaralanma görülme sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Domaradzki, 2024).

Naviküler düşme değerleri, gruplar arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Ayrıca naviküler düşme ile dinamik denge performansı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu sonuç, bu yaş grubunda ayak ark yüksekliğindeki farklılıkların denge kapasitesine anlamlı bir etkisinin olmadığını düşündürmektedir. Son yıllarda özellikle naviküler düşme (ND) gibi basit ve uygulanabilir ölçümlerin, alt ekstremite fonksiyonu ve performansı üzerindeki potansiyel etkileri daha fazla incelenmeye başlanmıştır. Cairns ve ark. (2024) tarafından yapılan ve elit kadın basketbolcuları kapsayan çalışma, navicular düşmenin bazı kesme hareketleri sırasında medial–lateral kuvvet üretimi ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, ayak mobilitesinin frontal düzlem kinematiğini etkileyebileceğini ortaya koyması açısından önemlidir. Esnek düz tabanlı çocuklarda yapılan ve sekiz haftalık oyun temelli düzeltici egzersizlerin denge ve fonksiyonel performans üzerine etkisini inceleyen çalışmalar, ayak ark yapısının fonksiyonel çıktılar üzerinde doğrudan değiştirilebilir bir faktör olabileceğini göstermektedir. Özellikle 9–12 yaş arası erkek çocuklarda uygulanan Corrective Games programının naviküler düşme ile ilişkili denge ve tek ayak sıçrama performansını anlamlı düzeyde iyileştirdiği bildirilmiştir. Bu bulgular, ayak ark yapısının çocukluk döneminde egzersiz temelli müdahalelere daha duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Çocukluk döneminde düzeltici oyun ve egzersiz uygulamaları ayak postürü ve denge üzerinde belirgin iyileşmeler sağlayabilirken, ergenlik döneminde ve düzenli spor yapan bireylerde denge performansının daha çok fonksiyonel ve nöromüsküler adaptasyonlara bağlı olduğu söylenebilir (Ghodsinezhad ve ark., 2025).

Dinamik denge performansını değerlendiren Y denge testi skorlarında branşlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ayrıca Y denge testi puanları ile antropometrik değişkenler arasındaki korelasyonların büyük çoğunluğu anlamsız bulunmuştur. Bu bulgular, denge performansının yapısal ve morfolojik faktörlerden ziyade nöromüsküler kontrol, koordinasyon, proprioseptif geri bildirim ve antrenman içeriği gibi fonksiyonel faktörlerden daha fazla etkilendiğini göstermektedir. Mocanu ve ark. (2022) kadınların büyük çoğunluğunda erkeklerden daha iyi performans gösterdiklerini, performans sporlarıyla uğraşan öğrenciler, spor yapmayan gruba göre daha yüksek ortalama değerlere sahip olduklarını bulgulamışlardır ve spor branşına özgü antrenmanların statik ve dinamik postüral stabilite üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuşlardır. Sabin ve ark. (2010) tarafından yapılan

çalışmada, üniversite basketbolcuları ile sedanter bireyler arasında Yıldız denge testi uzanma mesafelerinde anlamlı farklılıklar bulunmuş ve basketbolcuların kontrol grubuna kıyasla daha düşük performans sergilediği bildirilmiştir. Ayrıca instabil yüzeyde yapılan testlerin medial ve posterior yönlerde uzanma mesafelerini anlamlı şekilde azalttığı belirtilmiştir. Bu bulgular, Yıldız denge testi performansının test edilen yüzey, sporculuk düzeyi ve spora özgü motor talepler tarafından etkilendiğini göstermektedir. Vücut ağırlığıyla uygulanan nöromüsküler antrenmanların elit kadın basketbolcularda postero-medial ve postero-lateral yönlerde YBT performansını anlamlı düzeyde artırdığı bildirilmiştir. Bu gelişmeler, denge performansındaki iyileşmenin anterior yönlerden ziyade, frontal ve transvers düzlem kontrolünü gerektiren yönlerde daha belirgin olduğunu göstermektedir (Benis ve ark., 2016). Literatürde bildirilen nöromüsküler antrenman sonrası YBT gelişimleri ile birlikte değerlendirildiğinde, denge performansındaki iyileşmenin yapısal ayak özelliklerinden ziyade duyusal-motor entegrasyon, propriyoseptif geri bildirim ve merkezi kontrol stratejilerine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Genel olarak çalışma, ergenlik dönemindeki genç kadın sporcularda branşlar arası antropometrik farklılıkların belirgin olmasına karşın, denge performansının bu yapısal farklılıklarla doğrudan ilişkili olmadığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle antrenörlerin denge gelişimini hedefleyen çalışmalarında, yapısal özelliklerden ziyade fonksiyonel antrenmanlara, proprioseptif egzersizlere ve nöromüsküler gelişimi destekleyici programlara ağırlık vermeleri önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Alam, F., Raza, S., Moiz, J. A., Bhati, P., Anwer, S., & Alghadir, A. (2019). Effects of selective strengthening of tibialis posterior and stretching of iliopsoas on navicular drop, dynamic balance, and lower limb muscle activity in pronated feet: A randomized clinical trial. The Physician and Sportsmedicine, 47(3), 301-311. 10.1080/00913847.2018.155346

Alves, C. A. S., Moraes, M. S., Souza, C. S. D., Costa, G., & Silva, D. A. S. (2021). Body composition among university female athletes of team sports. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 27(2), 156-160. https://doi.org/10.1590/1517-8692202127022020_0046

Akbarova, G. H., Mamasoliev, N. S., Nazarova, G. U., & Kurbonova, R. R. (2024). Indicators of physical development and maturity level of sports schoolgirls and teenage girls. Международный журнал научной педиатрии, 3(7), 673-677. doi.org/10.56121/2181-2926-2024-3-7-673-677

Andreeva, A., Melnikov, A., Skvortsov, D., Akhmerova, K., Vavaev, A., Golov, A., ... & Zemková, E. (2021). Postural stability in athletes: The role of sport direction. Gait & posture, 89, 120-125. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.07.005

Benis, R., Bonato, M., & Torre, A. L. (2016). Elite female basketball players' body-weight neuromuscular training and performance on the Y-balance test. Journal of athletic training, 51(9), 688-695.

Cairns, C. I., Van Citters, D. W., & Chapman, R. M. (2024). The relationship between foot anthropometrics, lower-extremity kinematics, and ground reaction force in elite female basketball players: An exploratory study investigating arch height index and navicular drop. Biomechanics, 4(4), 750-764. https://doi.org/10.3390/biomechanics4040055

Domaradzki, J. (2024). Navicular drop height asymmetry as an intrinsic risk factor for lower limb injury in male recreational athletes. Symmetry, 16(10), 1390.

Esparza-Ros, F., & Vaquero-Cristóbal, R. (2025). Anthropometry. Springer, Nature Switzerland, Cham.

Furkatovna, H. M. (2021). To study the morphometric features of the anthropometric parameters of children and adolescents involved in athletics. Биология и интегративная медицина, (1 (48)), 7-14.

Gidu, D. V., Badau, D., Stoica, M., Aron, A., Focan, G., Monea, D., ... & Calota, N. D. (2022). The effects of proprioceptive training on balance, strength, agility and dribbling in adolescent male soccer players. International journal of environmental research and public health, 19(4), 2028. https://doi.org/10.3390/ijerph19042028

Ghodsinezhad, K. O., Piri, H., & Ebrahimi, E. (2025). The Effect of Eight Weeks of Corrective Games on the Functional Assessment, Navicular Drop Index, and Balance in Male Students Aged 9 to 12 with Flexible Flatfoot. https://doi.org/10.5812/jcrps-157990

Manna, T., Adhikari, S., & Syamal, A. K. (2022). Comparison of physical and anthropometrical parameters of teen-age male rowers, kayakers, canoers and sedentary school children. International Journal of Kinanthropometry, 2(1), 25-30. https://doi.org/10.34256/ijk2214

Mocanu, G. D., Murariu, G., Onu, I., & Badicu, G. (2022). The influence of gender and the specificity of sports activities on the performance of body balance for students of the faculty of physical education and sports. International journal of environmental research and public health, 19(13), 7672. https://doi.org/10.3390/ijerph19137672

Pasanen, K., Seppänen, A., Leppänen, M., Tokola, K., Järvelä, T., Vasankari, T., ... & Parkkari, J. (2025). Knee laxity, joint hypermobility, femoral anteversion, hamstring extensibility and navicular drop as risk factors for non-contact ACL injury in female athletes: A 4.5-year prospective cohort study. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. https://doi.org/10.1002/ksa.12625

Petran, D., Potop, V., Mihai, I., Eshtaev, A., Damian, M., & Toma, G. (2023). Determining the influence of anthropometric indices on balance parameters in young female gymnasts. Pedagogy of Physical Culture and Sports, 27(6), 515-526. https://doi.org/10.15561/26649837.2023.0610

Ren, Y., Lin, C., Zhou, Q., Yingyuan, Z., Wang, G., & Lu, A. (2023). Effectiveness of virtual reality games in improving physical function, balance and reducing falls in balance-impaired older adults: A systematic review and meta-analysis. Archives of gerontology and geriatrics, 108, 104924. https://doi.org/10.1016/j.archger.2023.104924

Sabin, M. J., Ebersole, K. T., Martindale, A. R., Price, J. W., & Broglio, S. P. (2010). Balance performance in male and female collegiate basketball athletes: influence of testing surface. The Journal of strength & conditioning research, 24(8), 2073-2078. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181ddae13

COVİD-19 PANDEMİSİ SÜRECİNDE TOPLUMUN SAĞLIK ÇALIŞANLARI HAKKINDAKİ DÜŞÜNCESİ

PUBLIC PERCEPTIONS OF HEALTHCARE WORKERS DURING THE COVID-19 PANDEMIC

[1]Deniz GÜR
Dr.Öğr. Üyesi, Atlas Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Ameliyathane Programı
[2]Menşure CANPOLAT
Dr. Öğr. Üyesi, Okan Üniversitesi Sağlık Hzmetleri Meslek Yüksek Okulu, Elektronörofizyolji Programı
[3]Demet BİÇKİ
Dr. Öğr. Üyesi, Aydın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

ÖZET

Bu araştırma, Covid-19 pandemisi sürecinde toplumun, sağlık çalışanlarına yönelik tutum ve düşüncelerini belirlemek amacıyla gerçekleştirildi. Tanımlayıcı ve kesitsel tasarımda yürütülen çalışmanın verileri, etik kurul ve sağlık bakanlığı onayı alındıktan sonra, araştırmacılar tarafından literatüre dayalı olarak hazırlanan soru formu aracılığıyla çevrim içi yöntemle toplandı. Örneklem büyüklüğü %95 güven aralığında 384 olarak hesaplandı ve 481 katılımcıya ulaşıldı. Araştırmaya, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde yaşayan ve katılmaya gönüllü olan 18 yaş ve üzeri bireyler dahil edildi. Verilerin analizinde bağımsız örneklem t-testi ve ANOVA kullanıldı. Katılımcıların %69,4'ü (n=334) kadın, %30,6'sı (n=147) erkek olup, %47'si (n=226) 19–23 yaş aralığındaydı. Katılımcıların büyük çoğunluğunun (%70,5, n=339) ailesinde veya yakın çevresinde sağlık çalışanı bulunduğu belirlendi. Çalışma sonucunda, pandemi döneminde toplumun sağlık çalışanlarına olan saygısının arttığı, çalışma koşullarının iyileştirilmesi gerektiğini düşündükleri ve gelecekte sağlık hizmeti alırken sağlık çalışanlarına daha anlayışlı davranacaklarını ifade ettikleri saptandı. Ayrıca katılımcıların, sağlık çalışanlarına yönelik anlayış, güven ve takdir duygularının güçlendiği, ancak aynı zamanda onlardan daha fazla özveri bekledikleri gözlemlendi. Elde edilen bulgular, pandemi sürecinin toplumun sağlık çalışanlarına bakış açısında olumlu değişimler yarattığını ve bu durumun sağlık sisteminde sürdürülebilir iyileştirmeler için önemli bir temel oluşturduğunu gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Çalışanları, COVID-19, Toplumsal Tutum, Pandemi

ABSTRACT

This research was conducted to determine the attitudes and thoughts of society towards healthcare workers during the Covid-19 pandemic. The data for the descriptive and cross-sectional study were collected online using a questionnaire prepared by the researchers based on the literature, after obtaining approval from the ethics committee and the Ministry of Health. The sample size was calculated as 384 at a 95% confidence interval, and 481 participants were reached. Individuals aged 18 and over, living in different geographical regions of Turkey and volunteering to participate, were included in the study. Independent samples t-test and ANOVA were used in the analysis of the data. Of the participants, 69.4% (n=334) were female and 30.6% (n=147) were male, with 47% (n=226) aged between 19 and 23. It was determined that the vast majority of participants (70.5%, n=339) had healthcare workers in their family or close circle. The study found that during the pandemic, the public's respect for healthcare workers increased, they believed working conditions needed to be improved, and they stated they would be more understanding towards healthcare workers when receiving healthcare services in the future. It

was also observed that participants' feelings of understanding, trust, and appreciation towards healthcare workers strengthened, but at the same time, they expected more dedication from them. The findings revealed that the pandemic process brought about positive changes in the public's perception of healthcare workers and that this situation formed an important basis for sustainable improvements in the healthcare system.
Keywords: Healthcare Workers, COVID-19, Social Attitudes, Pandemic

GİRİŞ

Sağlık çalışanları, COVID-19 pandemisi sürecinde virüsle en yoğun karşı karşıya kalan meslek grubu oldu. Pandemi boyunca kesintisiz sağlık hizmeti sunarak önemli ölçüde özveri ve fedakârlık gösterdiler. Ancak bu süreçte kişisel koruyucu ekipman teminindeki yetersizlikler, personel eksikliği ve uzayan çalışma saatleri gibi çeşitli zorluklarla karşılaştılar. Virüse maruz kalma ve hastalığı aile bireylerine bulaştırma riski sağlık çalışanlarının kaygı düzeylerini artırdı; artan iş yükü ve yoğun çalışma temposu ise duygusal tükenmişliği beraberinde getirdi (Kıroğlu, 2020; Erer, 2021).

Dünya Sağlık Örgütü'nün 24 Mayıs 2021 tarihli açıklamasına göre, dünya genelinde 115 binden fazla sağlık çalışanı COVID-19 nedeniyle yaşamını yitirdi. Türkiye'de ise Türk Tabipleri Birliği verilerine göre 17.03.2020–01.10.2021 tarihleri arasında 438 aktif sağlık çalışanı COVID-19 nedeniyle hayatını kaybetti. Bu veriler, pandeminin sağlık çalışanları üzerindeki ölümcül etkisini açık biçimde ortaya koydu (WHO, 2021; TTB, 2021).

Pandemi döneminde etkili bir tedavi yönteminin başlangıçta bulunmaması ve virüsün hızlı yayılımı, toplum sağlığını ciddi düzeyde tehdit etti. Fiziksel sağlık sorunlarına ek olarak artan korku, endişe ve sosyal izolasyon uygulamaları toplum genelinde yorgunluk ve tükenmişlik yarattı. Toplum kısıtlayıcı önlemleri sürdürmekte zorlanırken, sağlık çalışanları yoğun ve stresli çalışma koşulları nedeniyle bu süreci daha ağır yaşadı (Aşkın ve ark., 2019).

Toplumlar, kendileri için hayati önem taşıyan meslek gruplarının görevlerini bağımsız bir biçimde yerine getirmelerine destek oldu (Erdil, 1994). Ancak bu desteğin karşılığında bu mesleklerden belirli sorumluluk ve hizmet beklentileri ortaya koydu (Özata ve Aslan, 2010). Sağlık hizmetlerinde hastaların beklentilerinin anlaşılması ve düşüncelerinin dikkate alınması tedaviye uyum ve katılımı artırdı (Webb and Lloyd, 1994; Bozkaya, 2008). COVID-19 sürecinde toplum ile sağlık çalışanları arasındaki iletişim ve iş birliği gereksinimi daha da belirgin hale geldi.

Bireylerin gereksinimleri doğrultusunda şekillenen uğraş alanları zamanla meslekleşti ve toplumla sürekli etkileşim içinde kaldı. Bu nedenle meslekler, toplumdan bağımsız olarak ele alınamadı (Sabancıoğulları ve Doğan, 2011). Meslekler topluma hizmet etmeyi amaçladığından, toplumda oluşan algı ve imaj, mesleğin işlevselliği açısından önem taşıdı. Pandemi sürecinde sağlık çalışanlarının toplumsal imajı ve toplum tarafından algılanış biçimi daha görünür hale geldi.

Bu çalışma, toplumun sağlık çalışanlarına yönelik düşüncelerinin belirlenmesini amaçladı. Elde edilen bulguların, gelecekte sağlık çalışanı imajındaki değişimlerin izlenmesine katkı sağlayacağı ve mevcut sorunlara çözüm önerileri geliştirilmesine olanak tanıyacağı öngörüldü. Literatürdeki çalışmaların çoğunda toplumun görüşleri belirli sağlık meslek gruplarıyla sınırlı tutulurken, bu araştırmada sağlık çalışanları bütüncül bir yaklaşımla değerlendirildi.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Araştırmanın Amacı ve Türü

Bu araştırma Covid-19 pandemisi sürecinde toplumun sağlık çalışanları hakkındaki düşüncelerini belirlemek amacıyla tanımlayıcı ve kesitsel olarak yapıldı.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, Türkiye' de yaşayan 18 yaş ve üzeri tüm bireyler oluşturmaktadır. Örneklem, katılmaya gönüllü olan, zihinsel engeli bulunmayan ve Türkiye'de yaşayan bireylerden oluşturuldu ve toplamda 481 kişiden veri toplandı.
Örneklem hesaplaması için Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden yararlanıldı. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi son verilerine göre belirlenen Türkiye nüfusu 83.154.997' dir (TÜİK,2020). Güven aralığı %95, örneklem hatası 0,05 olarak alındı ve örneklem sayısı 384 olarak hesaplandı. (Ural ve Kılıç, 2013). Araştırma sonucunda basit rastgele yöntemi ile 481 kişiye ulaşıldı.

Veri Toplama Araçları

Araştırma verileri 'Tanıtıcı Bilgi Formu' ve 'Toplumun Sağlık Çalışanı Hakkındaki Düşüncelerine İlişkin Bilgi Formu' ile toplandı. Tanıtıcı Bilgi Formu, katılımcıların cinsiyet, yaş, yaşadığı bölge gibi kişisel özelliklerini belirlemeye yönelik hazırlanan sorulardan oluşturuldu. Toplumun Sağlık Çalışanı Hakkındaki Düşüncelerine İlişkin Bilgi Formu, araştırmanın amacı doğrultusunda araştırmacılar tarafından literatür desteği ile hazırlanan anket formudur (Sarcan, 2013; Başol, 2018; Pala ve Metintaş, 2020;). Bu ankette beşli likert tipi dereceleme kullanılmıştır. Bu dereceleme, "Hiç Katılmıyorum-1, Az Katılıyorum-2, Kararsızım-3, Çok Katılıyorum-4, Tamamen Katılıyorum-5" şeklinde yapılmıştır. Toplumun sağlık çalışanları ile ilgili düşüncelerini belirlemeye yönelik 30 madde bulunmaktadır. Toplumun sağlık çalışanı hakkındaki düşünceleri toplumun; "sağlık çalışanlarına karşı tutumuna yönelik ifadeleri, sağlık çalışanlarının davranışlarına yönelik ifadeler, mesleki özellikler ve çalışma koşullarına yönelik ifadeler, pandemi dönemine özgü ifadeler" başlıkları doğrultusunda hazırlanmıştır.
Veriler, google formlar yoluyla anket formu uygulanarak toplandı. Bilgilendirilmiş onam formu oluşturularak, çevrimiçi veri toplama aracının ilk sayfasında sunuldu. Katılımcılara veri toplama aracının bağlantısı e-posta ve WhatsApp uygulaması aracılığıyla ulaştırıldı.
Araştırma için, Aydın Üniversitesi etik kurulundan etik kurul onayı 08.01.2021 tarih ve 2021-355 sayılı kararı ile alındı.
Anket sonucu elde edilen veriler SPSS 22.0 programı kullanılarak analiz edildi. Örneklem grubunun özellikleri ile toplumun sağlık çalışanları hakkındaki düşüncelerinin belirlenmesine ilişkin sayı, yüzde ve aritmetik ortalama hesaplamaları yapıldı.
Araştırma sonucu; katılan bireylerin sosyodemografik verileri incelendiğinde %69,4'ünün kadın (n=334) , %30,6' sının erkek (n=147) , %47' sinin 19-23 yaş aralığında (n=226), %17,3'ünün 24-29 yaş aralığında (n=83), %13,3'ünün 30-35 yaş aralığında (n=64), %9,4'ünün 36-40 yaş aralığında (n=45), %13,1'inin 40 yaş üzerinde (n=63) olduğu belirlenmiştir. Çalışmada bireylerin çoğunun lisans ve üstü eğitime sahip oldukları (%71,7, n=345), Marmara Bölgesi'nde yaşadıkları (%75,3, n=362) ve ailesinde sağlık çalışanı olduğu (%70,5, n=339) görülmüştür. Katılımcıların gelir durumuna bakıldığında %21,8'inin geliri giderinden fazla (n=105), %46,8'inin geliri giderine eşit (n=225), %31,4'ünün geliri giderinden az olduğu (n=151), haber takip sıklığına bakıldığında %36,2'si sürekli (n=174), %33,7'si düzenli (n=162), %28,9' u seyrek izlediği (n=139), %1,2'si hiç izlemediği (n=6), %74,6'sının pandemi döneminde sağlık hizmeti almadığı (n=359) belirlendi (Tablo 1).

Tablo 1. Katılımcıların Sosyodemografik Bilgilerine İlişkin Bulgular (N:481)

DEĞİŞKENLER	N (%)
Cinsiyet	
Kadın	334 (69,4)
Erkek	147 (30,6)
Yaş	
19-23	226 (47,0)
24-29	83 (17,3)
30-35	64 (13,3)

36-40	45 (9,4)
40 yaş üzeri	63 (13,0)
Eğitim	
Okuryazar Değil	6 (1,2)
İlkokul	14 (2,9)
Ortaokul	13 (2,7)
Lise	103 (21,4)
Lisans ve Üstü	345 (71,7)
Gelir Durumu	
Gelir giderimden fazla	105 (21,8)
Gelir giderime eşit	225 (46,8)
Gelir giderimden az	151 (31,4)
Yaşadığı Bölge	
Marmara Bölgesi	362 (75,3)
Akdeniz Bölgesi	33 (6,9)
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	26 (5,4)
Ege Bölgesi	17 (3,5)
İç Anadolu Bölgesi	16 (3,3)
Karadeniz Bölgesi	15 (3,1)
Doğu Anadolu Bölgesi	12 (2,5)
Ailede sağlık çalışanı olması	
Evet	339 (70,5)
Hayır	142 (29,5)
Haber İzleme Sıklığı	
Sürekli	174 (36,2)
Düzenli	162 (33,7)
Seyrek	139 (28,9)
Hiç	6 (1,2)
Pandemide Sağlık Hizmeti Alma Durumu	
Almadım	359 (74,6)
Aldım	122 (25,4)

Toplumun genel olarak sağlık çalışanlarına yönelik düşünceleri incelendiğinde %73,8' i bir toplumun sağlığının sağlık çalışanlarına bağlı olduğu görüşünde olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu sağlık çalışanına güvendiğini (%70,9, n=341) ve sağlık hizmeti aldığı sırada sağlık çalışanlarına karşı daima anlayış içinde olduğunu (%91,1, n=443) belirtmiştir.

Katılımcıların önemli bir kısmı sağlık çalışanlarının hastalarıyla yeterince ilgilenmedikleri görüşüne katılmadığını (%74, n=356) belirtmesine rağmen yarısından fazlası sağlık çalışanlarının daha fazla özverili olmaları gerektiğini (%52, n=250) düşünmektedir.

Mesleki özellikler ve çalışma koşullarına yönelik sorular yöneltildiğinde ise katılımcıların; tamamına yakını (%94,2, n=453) sağlık çalışanı olmanın iyi bir eğitime sahip olmayı gerektirdiğini, önemli bir kısmı çalışma koşullarının çok ağır olduğunu (%75,1 n=361) ve fiziki ve sosyal koşulların düzenlenmesi gerektiğini (%84, n=404) belirtmiş olup, %63,8' i (n=307) sağlık çalışanlarının aldıkları ücretin yeterli olduğu görüşüne katılmadığını bildirmiştir.

Covid-19 pandemisi özelinde sağlık çalışanları hakkında topluma yöneltilen ifadelerle ilgili olarak toplumun, bu tür salgınlarda bulaş riskinin en çok sağlık çalışanlarında olduğu (%90,4, n=435) ve salgın ile mücadelede sağlık çalışanlarının özverisinin en önemli faktör olduğu (%81,3, n=391) düşüncelerine katıldıkları gözlemlenmiştir. Katılımcılar salgın ile birlikte sağlık çalışanlarına yönelik şiddete hassasiyetlerinin arttığını (%84,4), sağlık çalışanlarına daha çok saygı duyacaklarını (%76,1) ve anlayışla yaklaşacaklarını (%88,2) belirtmişlerdir.

SONUÇ

Çalışmaya katılan bireylerin önemli bir kısmı Marmara Bölgesi'nde yaşamakla birlikte, yedi coğrafi bölgeden katılım sağlanmış olması toplumun ülke geneline ilişkin algılarının değerlendirilmesine olanak sundu. COVID-19 pandemisi sürecinde yüksek sayıda hastanın tıbbi bakıma ihtiyaç duyması, sağlık hizmet sunumunda insan gücü ihtiyacını artırdı ve sağlık profesyonelleri üzerinde ciddi bir iş yükü oluşturdu. Lucchini ve arkadaşları (2020), yoğun bakım hasta sayısındaki artışın hemşirelik iş yükünde yaklaşık %33 oranında artışa yol açtığını bildirdi. Bu bulgu, pandeminin sağlık çalışanlarının çalışma koşulları üzerindeki etkisini açık şekilde doğruladı.

Sağlık çalışanlarının mesleki faaliyetleri sırasında enfeksiyon bulaşı, kesici-delici alet yaralanmaları, kas-iskelet sistemi sorunları, alerjik reaksiyonlar ve fiziksel/psikolojik şiddet gibi birçok risk ile karşı karşıya kaldıkları bilinmektedir (Kıroğlu, 2020). Aşırı iş yükü ve tükenmişliğe elverişli çalışma ortamlarının, çalışanların fiziksel ve mental iyilik hâlini olumsuz etkileyerek anksiyete, depresyon ve yorgunluk gibi belirtilere yol açtığı gösterilmiştir (Bowles vd., 2017). Bu koşullar aynı zamanda iş doyumunda azalmaya, hizmet kalitesinde düşüşe ve maliyetlerde artışa neden olmuştur (Tengilimoğlu, 2019).

Metin ve Erdem'in (2019) çalışmasında, hasta-hekim iletişiminden memnun olmayan bireylerin hekimleri mesafeli ve olumsuz davranışlı olarak değerlendirdikleri görülmüştür. Ancak aynı çalışma, toplumun sağlık çalışanlarına yönelik saygısının arttığını ve gelecekte sağlık hizmetlerine daha anlayışla yaklaşabileceklerini ortaya koymuştur. Bu durum, pandemi döneminde sağlık çalışanlarının karşı karşıya kaldığı zorlu koşulların toplum tarafından daha görünür hâle gelmesine bağlanabilir.

Çalışmada, katılımcıların büyük çoğunluğu sağlık çalışanlarının COVID-19 ile mücadelede gösterdikleri özveriyi önemli bulurken, yarısından fazlasının (%52) sağlık çalışanlarının daha fazla fedakârlık göstermeleri gerektiği yönünde beklentiye sahip olduğu belirlendi. Ayrıca katılımcıların %69,6'sı sağlık çalışanlarının güler yüzlü olmak zorunda olduklarını düşündü. Totumluoğlu ve arkadaşlarının (2005) araştırması da toplumun sağlık çalışanlarından empati, anlayış, saygı ve etkili iletişim gibi insani beklentilerinin süreklilik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, toplumun sağlık çalışanlarına dair beklentilerinin pandemi öncesi ve pandemi döneminde benzer nitelikte devam ettiğini göstermektedir.

COVID-19 pandemisi başlangıcında 52 ülkeden 22.073 sağlık çalışanının hastalığa yakalandığının DSÖ'ye bildirilmiş olması, sağlık çalışanlarının salgınlardaki yüksek risk grubunda yer aldığını desteklemektedir. Araştırmada yer alan bireylerin de büyük çoğunluğunun aynı görüşü paylaşması bu bulgu ile örtüşmektedir (Rajakaruna vd., 2017; Çetintepe ve İlhan, 2020; Pala ve Metintaş, 2020). Bununla birlikte pandemi döneminde sağlık çalışanlarına yönelik şiddet vakalarının devam etmiş olması, mevcut personel yetersizliği ve iş yükü artışı gibi örgütsel sorunların şiddeti tetikleyebildiğini göstermektedir (Pınar ve Pınar, 2013; Özgüç ve Ergönen, 2020).

Bu süreçte sağlık çalışanları medya ve toplum tarafından sıklıkla "kahraman" olarak nitelendirildi ve bu durum onların toplum nezdindeki görünürlüğünü ve takdir edilme düzeyini artırdı (Ateş vd., 2021; Mohammed vd., 2021). Bununla birlikte, kahramanlık söyleminin çalışanların üzerindeki fedakârlık baskısını artırdığı ve yapısal sorunların görünürlüğünü azalttığı yönünde değerlendirmeler de bulunmaktadır.

Bu araştırma, COVID-19 pandemisi sürecinde toplumun sağlık çalışanlarına yönelik düşüncelerini belirlemeyi amaçladı. Elde edilen bulgular, toplumun sağlık çalışanlarını genel olarak saygı, güven ve takdirle karşıladığını, ancak buna rağmen çalışanlardan daha fazla özveri beklemeye devam ettiğini ortaya koydu. Katılımcılar sağlık çalışanlarının salgın döneminde en yüksek risk altında çalışan grup olduğunu kabul etti; buna karşın sağlık çalışanlarının yeterli değeri görmediklerini ifade ettiler.

Toplumun görüşleri ve alan yazındaki veriler doğrultusunda:
Sağlık çalışanlarının çalışma ortamlarında yer alan fiziksel, psikososyal ve örgütsel risklerin azaltılması,
Personel yeterliliğinin sağlanması ve iş yükünün dengelenmesi,
Sağlıklı, güvenli ve destekleyici çalışma koşullarının geliştirilmesi,
Şiddetin önlenmesine yönelik yasal, idari ve toplumsal düzeyde sürdürülebilir politikalar geliştirilmesi önemli bir gereklilik olarak ortaya çıktı.
Salgınlar dışında da sağlık hizmeti sunumunda toplum ve sağlık çalışanı arasındaki iş birliğinin güçlendirilmesi, kaliteli ve sürekliliği olan sağlık hizmeti açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, sağlık çalışanlarının değerinin görünür kılınması ve mesleki saygınlıklarının korunması, toplum sağlığının korunması ve geliştirilmesi açısından temel bir gereksinimdir.

KAYNAKÇA

Aşkın, R., Bozkurt, Y., & Zeybek, Z. (2019). Covid-19 pandemisi: Psikolojik etkileri ve terapötik müdahaleler. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Covid-19 Sosyal Bilimler Özel Sayısı(37), 304–318.
Ateş, T., Önal, B., Çolak, Z., & Öztürk, H. (2021). COVID-19 kapsamında sağlık çalışanlarına ilişkin gazete haberlerinin incelenmesi. *SBÜ Hemşirelik Dergisi*, 3(2), 67–76.
Başol, E. (2018). Hasta ile sağlık çalışanları (doktor ve hemşire) arasındaki iletişim sorunları ve çözüm önerileri. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*, 4(1), 76–93.
Bowles, N. P., McEwen, B. S., & Boutin-Foster, C. (2017). Trouble in transit: Organizational barriers to workers' health. *American Journal of Industrial Medicine*, 60(4), 350–367.
Çetintepe, S. P., & İlhan, M. N. (2020). COVID-19 salgınında sağlık çalışanlarında risk azaltılması. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 4, 50–54.
Erdil, F. (1994). Son 20 yılda hemşireliğin stratejisi. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 1(1), 1–9.
Erer, B. (2021). Covid-19 sürecinde hastane çalışanlarının yaşadığı duygusal tükenme algıladıkları aşırı iş yükü ile açıklanabilir mi? *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(2), 680–693.
Lucchini, A., Giani, M., Elli, S., Villa, S., Rona, R., & Foti, G. (2020). Nursing activities score is increased in COVID-19 patients. *Intensive & Critical Care Nursing*, 59, 102–876.
Metin, A., & Erdem, R. (2019). Hekim imajına yönelik toplumsal algıya dair bir araştırma. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 11(21), 361–376.
Mohammed, S., Peter, E., Killackey, T., & Maciver, J. (2021). The "nurse as hero" discourse in the COVID-19 pandemic: A poststructural discourse analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 117, 1–11.
Oğan, H. (2014). *Sağlık çalışanları için işçi sağlığı ve güvenliği*. Ankara.
Oklay Bozkaya, A. (2008). *Hasta beklentileri ve bu beklentiler açısından hasta hekim görüşmesinin sonuçları* (Yüksek lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi.
Özata, M., & Aslan, Ş. (2010). Hastanede çalışan hemşirelerin mesleki imaj algılamalarının araştırılması. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 10(19), 251–268.
Özgüç, A., & Ergönen, A. T. (2020). COVID-19 sürecinde sağlık çalışanlarına yönelik şiddet. In A. T. Ergönen (Ed.), *Adli tıp ve COVID-19* (ss. 43–48). Ankara.
Pala, S. Ç., & Metintaş, S. (2020). Covid-19 pandemisinde sağlık çalışanları. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 5(COVID-19 Özel Sayısı), 156–168.
Perron, N., Secretan, F., Vannotti, M., Pecoud, A., & Favrat, B. (2003). Patient expectations at a multicultural outpatient clinic in Switzerland. *Family Practice*, 20, 428–433.
Pınar, T., & Pınar, G. (2013). Sağlık çalışanları ve işyerinde şiddet. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 12(3), 315–326.

Rajakaruna, S. J., Liu, W. B., Ding, Y. B., & Cao, G. W. (2017). Strategy and technology to prevent hospital-acquired infections: Lessons from SARS, Ebola, and MERS in Asia and West Africa. *Military Medical Research*, 4(1), 32.
Sabancıoğulları, S., & Doğan, S. (2011). Profesyonel kimliğin dışa yansıyan boyutu: Profesyonel imaj ve hemşirelik. *Hemşirelik Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 8(2), 28–37.
Sağlık Meslek Mensupları ... Yönetmelik. (2014). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/05/20140522-14.htm
Sarcan, E. (2013). *Toplumun sağlık çalışanlarına uygulanan şiddete bakış açısı* (Uzmanlık tezi). Gaziantep Üniversitesi.
T.C. Sağlık Bakanlığı. (2020). *Covid-19 Bilgilendirme Platformu*. https://covid19bilgi.saglik.gov.tr/tr/
Tortumluoğlu, G., Akyıl, G., Karanlık, A., Aldaç, R., Turaneri, E., & Yılmaz, A. (2005). Erzurum ilindeki bireylerin hemşireler ile ilgili görüş ve beklentileri. *Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 8(1), 10–19.
Türkiye İstatistik Kurumu. (2020). https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33705#
Türk Tabipleri Birliği. (2021). *Covid-19 pandemisi 18 ay değerlendirme raporu* (ss. 83–86).
Ural, A., & Kılıç, İ. (2013). *Bilimsel araştırma süreci ve SPSS ile veri analizi*. Ankara.
Webb, S., & Lloyd, M. (1994). Prescribing and referral in general practice: A study of patients' expectations and doctors' actions. *British Journal of General Practice*, 44, 165–169.
World Health Organization. (2006). *The world health report: Working together for health*. https://www.who.int/workforcealliance/knowledge/resources/whreport_2006/en/

SOSYAL SERMAYENİN MEKÂNSALLIĞINDAN TASARIM NORMLARINA: BAĞLAMA DUYARLI BİR ANALİTİK PROTOKOL

FROM THE SPATIALITY OF SOCIAL CAPITAL TO DESIGN NORMS: A CONTEXT-SENSITIVE ANALYTICAL PROTOCOL

Devran BENGÜ
Öğr. Gör. Dr. İsanbul Kent Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakülesi Kentsel Tasarım ve Peyzaj Mimarlığı;
Öğr. Gör. Dr. İsanbul Medipol Üniversiesi Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü

ÖZET

Mevcut mimarlık literatürü sosyal sermayeyi çoğunlukla dolaylı ele alırken, doğrudan mekânsal normların belirleyicisi olarak değerlendiren kuramsal yaklaşımlar yetersizdir. Bu bildiri, bu boşluğu doldurarak, sosyal sermayeyi yalnızca toplumsal bir kaynak olarak değil, aynı zamanda mekânsal-toplumsal bir dinamik olarak ele almakta ve kamusal alanın canlandırılmasına yönelik bağlam-duyarlı normatif tasarım ilkelerinin üretilebileceği analitik bir protokol önermektedir. Arendt'in kamusal alan kuramı, Putnam'ın sosyal sermaye yaklaşımı ve Jacobs'ın gündelik karşılaşmalara dayalı kamusal yaşam modeli, sosyal sermayenin mekânsal taşıyıcılığını açıklamak üzere kuramsal bir üçgen oluşturmaktadır. Bu bağlamda sosyal sermaye, kamusallığın fiziki çevrede yeniden üretimi açısından normatif bir analiz aracına dönüştürülmektedir. Geliştirilen analitik protokol, sosyal sermayenin üretilemediği ya da sürdürülemediği bağlamsal durumları (sosyal sermaye açıkları) tanımlamakta ve altı temel eksen (mekânsal geçirgenlik, karşılaşmalar ve ortak eylemlilik, görünürlük, kapsayıcılık ve çoklu kullanım, gündelik rutinler, ortak üretkenlik) üzerinden gözleme dayalı yorumlamalarla normatif tasarım ilkeleri geliştirmektedir. Bu normlar, kullanıcı taleplerine dayalı evrensel reçeteler yerine , sosyal ilişkilerin kurulamadığı zayıf mekânsal örüntülerden türetilmekte; böylece bağlama özgü ve kuramsal olarak gerekçelendirilmiş kararlar önermektedir. Bu çalışma, sosyal sermaye literatürüne mekânsal bir boyut kazandırmakta; kamusal alan kuramlarını fiziksel çevreyle ilişkilendirmekte ve normatif tasarım araştırmalarına bağlam duyarlı, ölçekler arası uyarlanabilir bir yöntemsel çerçeve sunmaktadır. Protokol, böylece mimarlık, kentsel tasarım ve şehir planlama disiplinlerinde sosyal altyapı üretimine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sosyal sermaye, Kamusal alan, Mekânsal planlama, Normatif tasarım ilkeleri, Sosyal altyapı

ABSTRACT

While existing architectural literature often addresses social capital indirectly, theoretical approaches that treat it as a direct determinant of spatial norms are lacking. This paper addresses this gap by conceptualizing social capital not merely as a social resource, but as a spatial-social dynamic, and proposes an analytical protocol through which context-sensitive normative design principles can be derived to revitalize the public realm. Drawing on Arendt's theory of the public realm, Putnam's approach to social capital, and Jacobs's model of public life grounded in everyday encounters, the study constructs a theoretical triangle that frames the spatial articulation of social capital. Within this framework, social capital is reconceptualized as a normative analytical tool for assessing and enhancing the reproduction of publicness in the built environment. The proposed analytical protocol identifies contextual conditions (social capital gaps) in which social capital fails to emerge or remain sustainable, and develops normative

design principles through interpretive observations across six axes: spatial permeability, encounters and collective agency, visibility, inclusivity and mixed uses, daily routines, and shared productivity. These principles are not derived from universal formulas based on user demands , but are instead derived from weak spatial patterns in which social relations fail to materialize—offering context-responsive and theoretically grounded decisions. This study introduces a spatial dimension into social capital theory, links public realm scholarship with the physical environment, and presents a contextually adaptive, cross-scalar methodological framework for normative design research. The protocol thus aims to contribute to the production of social infrastructure within the disciplines of architecture, urban design, and urban planning.
Keywords: Social capital, Public realm, Spatial planning, Normative design principles, Social infrastructure

GİRİŞ

Sosyal sermaye, bireyler arası güven, karşılıklılık ve aidiyet duygusu gibi değerler etrafında örülen toplumsal ilişkilerin niteliğini ifade eder. Robert Putnam (1993, 2000), sosyal sermayeyi demokratik toplumların temel bileşenlerinden biri olarak tanımlar. Ancak mevcut mimarlık ve kentsel tasarım literatürü, sosyal sermayeyi çoğunlukla dolaylı ele almakta; doğrudan mekânsal normların belirleyicisi olarak değerlendiren kuramsal yaklaşımlar ise henüz yeterince geliştirilmemiştir. Oysa sosyal sermaye, yalnızca toplumsal bir olgu değil, aynı zamanda belirli mekânlarda ortaya çıkan ve sürdürülebilir hâle gelen mekânsal bir dinamik olarak da değerlendirilmektedir (Acedo et al., 2017; Klinenberg, 2018; Latham & Layton, 2019).

Bu bağlamda kamusallığın üretimiyle sosyal sermaye arasında sistematik bir ilişki kurmak mümkündür. Hannah Arendt'in (1958) "kamusal alan" kuramı, görünürlük ve ortaklaşa eylem gibi soyut ilkeler etrafında şekillenirken, Putnam'ın sosyal sermaye anlayışı ve Jane Jacobs'ın (1961) canlı kamusal yaşamı savunan yaklaşımı, bu ilkelerin mekânda nasıl üretildiğini örnekler. Ancak bu yaklaşımların ortaklaştığı eksen, yani sosyal sermayenin mekânsallık dinamiği olarak kamusallığın yeniden üretimi için normatif bir zemin sunup sunamayacağı, henüz sistematik biçimde tanımlanmamıştır.

Literatürde sosyal sermaye (Putnam, 2000; Johnson, 2016) ve yer duygusu (Lewicka, 2011a, 2011b) ayrı ayrı incelenmiş olsa da, bu iki kavramın birlikte mekânsallaştırılması yenidir. Özellikle Acedo ve arkadaşlarının (2017) çalışması bu teorik zemini genişletmektedir. Bu bildirinin temel amacı, sosyal sermayeyi mekânsallık odağında kavramsallaştıran özgün bir normatif sistem önererek, kamusal yaşamı önceleyen mekân üretimi için modellenebilir bir analitik protokol geliştirmektir. Normların çıkış noktası olarak, kullanıcı ihtiyaçları değil, sosyal sermayenin üretilemediği veya sürdürülemediği mekânsal eksiklikler temel alınmaktadır.

Bu yaklaşım, Klinenberg'in (2018) 'bağ kuran yapılar', Latham ile Layton'un (2019) gündelik etkileşim alanları ve Hocking ve arkadaşlarının (2025) sosyal altyapının ilişkisel fonksiyonları üzerine kurulu yorumlarıyla örtüşmektedir.

Bu doğrultuda, bildiri dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, sosyal sermaye ve kamusallık kuramları arasındaki teorik ilişkiler ele alınarak kavramsal altyapı oluşturulmaktadır. İkinci bölüm, sosyal sermaye üretimi odağında geliştirilen altı eksenli normatif protokolü detaylandırmaktadır. Üçüncü bölümde, geliştirilen normların bağlamsal uyarlanabilirliği tartışılmaktadır. Son bölümde ise çalışmanın kavramsal ve yöntemsel çıktıları değerlendirilmektedir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, sosyal sermayenin mekânsallıkla ilişkisi kurularak kamusallığı canlandıracak normların kuramsal temeli yapılandırılmaktadır.

1.1. Sosyal Sermaye ve Mekânsallık

Sosyal sermaye, güven, karşılıklılık ve aidiyet gibi değerler üzerinden toplumsal ilişkilerin örgütlenme biçimini tanımlar (Putnam, 2000). Ancak bu ilişkilerin nerede ve hangi mekânsal bağlamlarda kurulduğu sorusu, sosyal sermayenin mekânsal bir olgu olarak değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Nitekim sosyal sermaye, somut mekânlar içinde üretilen, güçlendirilen ya da zayıflatılan bir toplumsal kaynaktır. Bu bağlamda Mekânsallık, sosyal sermayenin iz düştüğü topografyadır önermesi kuramsal temelde esas alınmaktadır.

Acedo ve arkadaşları (2017), sosyal sermayenin "şehirdeki yer duygusuyla" iç içe geçtiğini ve "coğrafi olarak haritalanabilir bir yapı" arz ettiğini vurgulamaktadır. Onlara göre bu kavramsallaştırma, normatif tasarım kriterlerinin türetilmesi açısından yeni olanaklar sunmaktadır. 2021 tarihli devam çalışmalarında bu yaklaşımı geliştirerek, sosyal sermayenin fiziksel mekânlarla olan bağının duygusal (affective), davranışsal (behavioral) ve kavramsal (cognitive) düzeylerde analiz edilebileceğini ortaya koymuşlardır (Acedo et al., 2021).

Klinenberg'in (2018) "sosyal altyapı" kuramı da benzer biçimde, kütüphaneler, parklar veya mahalle merkezleri gibi fiziksel ortamların, toplumsal bağ kurulan mekânlar olduğunu vurgular. Benzer şekilde, Latham ve Layton (2019), sosyal sermayeyi kentsel toplumsallık (urban sociality) içinde konumlandırır ve sosyal ilişkilerin gündelik mekânsal pratiklerle iç içe geçtiğini savunur. Bu literatür, sosyal sermayeyi yerle kurulan çok katmanlı ilişkilerin dinamiği olarak değerlendirmeyi mümkün kılar.

Bu çalışmada "topografya" terimi, sosyal ilişkilerin, normatif yapıların ve güç ağlarının mekânda bıraktığı izleri tanımlayan analitik bir metafor olarak kullanılmaktadır. Bu kullanım, özellikle Dovey (2010) ve Lefebvre (1991) gibi araştırmacıların mekânsal kuramlarından beslenir. Dovey, kentsel mekânı iktidar ilişkilerinin topografyası olarak kavramsallaştırırken; Lefebvre, toplumsal mekânın hem üretildiğini, hem de sosyal ilişkiler tarafından "kodlandığını" savunur. Bu bağlamda, topografya terimi sadece fiziksel morfolojiye değil, toplumsal ilişkilerin mekâna kazıdığı yapısal örüntülere işaret eder (Dovey, 2010; Read, 2005).

1.2. Sosyal Sermayenin Mekânsal Çıktıları: Kavramsal Bir Matris

Sosyal sermayenin soyut bir kaynak olmaktan çıkarak mekânsal düzeyde nasıl görselleştiği, kuramsal analizlerin tasarım pratiğine bağlanabilmesi açısından kritiktir. Sosyal ağlar, güven ilişkileri, rastlantısal karşılaşmalar ya da ortak üretim gibi sosyal sermaye bileşenleri, belirli mekânsal biçimler aracılığıyla somutlaşır. Bu yaklaşım, Acedo vd. (2017), Lewicka (2011a; 2011b), Johnson (2016) ve Klinenberg'in (2018) çabalarından esinlenmektedir. Jane Jacobs'ın (1961) gözlemlerinden Latham ve Layton'un (2019) sosyal altyapı kuramına uzanan bu literatür, sosyal sermayenin mekân üzerinden kurulduğuna işaret eder. Tablo 1, bu bileşenlerin mekânsal çıktılarını özetlemektedir.

Tablo 1. Sosyal Sermayenin Mekânsal Çıktıları: Kavramsal Matris

Birleşirilmiş Sosyal Sermaye Boyutu	İlişkili Kuramsal Temeller ve Referanslar	Mekânsal Çıktı (Soyut Prensip)	Kentsel Ölçek Tezahürü	Mimari Ölçek ve Tasarım Normu (Somut)
İlişkisel Güvenlik ve Yer Bağlılığı	Putnam (2000), Jacobs (1961), Lewicka (2011), Gehl (2011)	Görünürlük ve Tanıdıklık	Mahalli Sokak Dokusu	Yarı-Geçirgen Arayüzler
Müşterek Eylemlilik ve Üretkenlik	Klinenberg (2018), Sennett (2012), Stavrides (2016), Latham & Layton (2019)	İşbirliği, Eşdeğerlilik ve Dönüştürülebilirlik	Mahalle Merkezleri	Esnek Üretim Mekânları

Birleşirilmiş Sosyal Sermaye Boyutu	İlişkili Kuramsal Temeller ve Referanslar	Mekânsal Çıktı (Soyut Prensip)	Kentsel Ölçek Tezahürü	Mimari Ölçek ve Tasarım Normu (Somut)
Etkileşimsel Geçirgenlik ve Çoğulluk	Arendt (1998), Lofland (1998), Gehl (2011), Madanipour (2003)	Kesitsellik, Erişimde Adalet ve Spontanelik	Erişilebilir Meydanlar	Çakışan Dolaşım Şemaları

1.3. Sosyal Sermaye Yoluyla Kamusallık Kuramlarına Açılım

Kamusallık kuramları, özellikle Hannah Arendt'in (1958) yaklaşımıyla, kamusal alanı eylem, görünürlük ve çoğulluk gibi soyut ilkeler etrafında tanımlanan bir varoluş biçimi olarak kavramsallaştırır. Ancak bu soyut ilkelerin mekânsal düzlemde nasıl karşılık bulduğu sorusu, Arendt'in teorisinde bir boşluktur. Bu bağlamda sosyal sermaye, Arendt'in kamusallık kavrayışını mekânsal olarak somutlayabilecek kavramsal bir aracı olarak öne çıkar.

Putnam'ın (2000) sosyal sermaye tanımı (güven, karşılıklılık, sosyal ağlar) ile Jane Jacobs'ın (1961) "sokak gözü" ve gündelik karşılaşmalar gibi unsurları, bu sosyal bağların mekânsal temelini oluşturur (Jacobs, 1961, ss. 35-36, 56-58, 150-153). Güncel çalışmalar da bu gözlemleri doğrulamaktadır (Acedo et al., 2017; Klinenberg, 2018).

Son yıllarda Acedo ve arkadaşları (2017, 2021), sosyal sermayenin "yer duygusu" üzerinden analiz edilebileceğini savunurken, Klinenberg (2018) bu çerçeveyi "sosyal altyapı" kavramıyla genişletir. Latham ve Layton (2019) ise sosyal altyapıyı rutinler ve duyusal pratiklerle biçimlenen bir sistem olarak ele alır. Bu yaklaşımları güncelleyen Hocking ve arkadaşları (2025) ise sosyal altyapıyı ortak yaratım (co-creation), tarafsızlık (neutrality) ve etkinlik (activity) gibi ilkelerle tanımlar.

Bu kuramsal açılımlar bir araya geldiğinde şu sav ileri sürülebilir: Sosyal sermaye, kamusallığın hem mekânsal aracısı hem de göstergesidir. Bu bildirinin kuramsal temelini oluşturan Arendt, Putnam ve Jacobs'un yaklaşımları, güncel sosyal altyapı literatüründe (Klinenberg, Latham & Layton, Hocking vd.) mekânın etkileşim üreten boyutlarıyla yeniden yorumlanmaktadır. Nitekim Tablo 2, bu üç ana kuramcının kesişimlerini özetlemektedir.

Tablo 2. Arendt, Putnam ve Jacobs'un Kuramları Arasında Normatif ve Mekânsal Kesişimler

Kuramcı	Temel Kavramlar	Kamusallık İlişkisi	Mekânsal Yönelim	Bu Çalışmadaki Rolü
Hannah Arendt	Ortak eylem, görünürlük, çoğulluk	Ontolojik düzeyde kamusallık	Soyut normatif ilkeler	Kamusallığın anlam dünyasını tanımlar
Robert Putnam	Güven, karşılıklılık, sosyal ağlar	Sosyal sermaye üzerinden kamusallığın altyapısı	Mekânsal bağlam vurgulanmamıştır	Toplumsal bağların tanımı ve tasarım için kaynak
Jane Jacobs	Gündelik etkileşim, mikro-topluluklar	Gündelik rutinler, kamusallık	Fiziksel-mekânsal gözlem	Kamusal bağları destekleyen mekânsal örüntüler

Bu sentez, analitik protokolün kuramsal temelini oluşturmaktadır. Bildirinin temel iddiası şudur: Eğer kamusallık tasarım yoluyla canlandırılabilecekse, sosyal sermaye mekânsal bir analiz düzlemi olarak kavramsallaştırılmalı ve bu analizden türetilen normlar üzerinden tasarıma yön verilmelidir.

Bu yaklaşım, sosyal sermaye ve yer duygusu (Johnson, 2016; Lewicka, 2011; Jorgensen, 2010; Jorgensen & Stedman, 2011) kavramlarının birlikte mekânsallaştırılmasına yönelik sınırlı literatürdeki (Acedo et al, 2017, 2021) boşluğu doldurmayı hedefler. Bu çalışma, sosyal sermayenin mekânsal izlenebilirliğini artırmak adına yer duygusu literatürünün araçlarından yararlanmakta ve klasik kamusallık kuramlarını sosyal sermaye aracılığıyla mekânda yeniden

yorumlayan bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR: ANALİTİK PROTOKOL YAKLAŞIMI

Analitik protokol, sabit tasarım reçeteleri sunan kapalı bir model olmanın tersine, bağlamsal verileri yorumlamaya olanak tanıyan esnek, açık uçlu ve kavramsal bir yöntemsel çerçevedir. Bu çalışma, sosyal sermaye ve kamusallık kavramlarını mimari ve kentsel tasarımın analiz düzlemlerinde yeniden yorumlamayı amaçlar. Önerilen analitik protokol, bu bilgiyi tasarım normlarına dönüştürmeyi hedefleyen uygulamalı bir araştırma pratiği olarak konumlanır.

Bu yöntemsel yaklaşım, sosyal sermayenin mekânsal bağlam içinde nasıl normatif üretkenlik sağlayan bir kaynağa dönüşebileceğini analitik olarak ortaya koymayı hedefler. Yaklaşım, bağlama özgü dinamikleri sistematik biçimde analiz etme gereğine dayanır; bu görüş, durumsallık (situatedness) ve yoruma açıklık (interpretive openness) ilkelerine dayanan çağdaş yöntem tartışmalarıyla (Clarke, 2005; Flyvbjerg, 2001) uyumludur. Bu çerçevede analitik protokol, araştırmacıya bağlamsal verilere dayalı normatif çıkarımlar yapabilme olanağı sunan açık uçlu bir yapı olarak tanımlanır (Denzin & Lincoln, 2018; Guba & Lincoln, 2005; Schwartz-Shea & Yanow, 2012).

2.1. Sosyal Sermayenin Mekânsal Kavramsallaştırılması

Kamusallığın yeniden canlandırılması, fiziksel çevrenin biçimsel nitelikleri kadar bu çevrede inşa edilen toplumsal ilişkilerin yapısıyla da ilişkilidir. Sosyal sermaye; güven, karşılıklılık ve kolektif aidiyet gibi unsurların üretildiği bir toplumsal dinamizm olarak karşımıza çıkar (Putnam, 2000; Lin, 2001). Ancak bu ilişkilerin hangi mekânsal örüntüler içinde geliştiği sıklıkla yeterince incelenmemektedir (Klinenberg, 2018; Acedo et. al., 2017). Güncel çalışmalar, sosyal sermayenin mekânsal-toplumsal bir olgu olarak değerlendirilmesinin daha açıklayıcı sonuçlar doğurduğunu göstermektedir (Latham & Layton, 2019; Acedo et al., 2017).

Bu kuramsal yeniden konumlandırma, klasik kuramların (Arendt, 1998; Putnam, 2000; Jacobs, 1961) yerel okumalarla yeniden yorumlanmasına olanak tanır. Jacobs'a (1961) göre, gündelik temaslar zamanla güven ve tanışıklık ağları oluşturur (ss. 56-58, 67-71). Bu bağlamda önerilen analitik yorumlama protokolü, sosyal sermayeyi tasarım normlarının türetilebilmesini sağlayan aktif bir analiz ekseni olarak konumlandırır.

Analitik protokol; kamusallığı canlandıran sosyal sermayenin üretilemediği mekânların, gözlemlenebilir fiziksel ve sosyal özellikler (geçirgenlik, karşılaşma sıklığı, ortak eylemlilik, kapsayıcılık, rutinler ve görünürlük) üzerinden analiz edilmesini hedefler (Acedo et al., 2017; Fraser et al., 2024; Gehl, 2011; Hocking et al., 2025; Kyttä, 2004).

2.2. Gözleme Dayalı Analitik Protokol: Eksenlerin Seçimi ve Gerekçelendirme

Önerilen analitik protokol, sosyal sermaye eksikliklerinin gözleme dayalı bir yöntemle çözümlenmesini esas alır. Gözlem, kentsel yaşamın deneyimsel boyutlarını inceleyen çağdaş mekân çalışmaları (Latham & Layton, 2019; Seamon, 2015a, 2015b) ile uyumlu olarak, sosyal sermayeyi soyut bir kategori olmaktan çıkarıp sahada gözlenebilir bir düzleme taşır (Jacobs, 1961; Klinenberg, 2018).

Eksenlerin seçimi iki ölçüte dayanır: (1) Sosyal sermaye literatüründeki kuramsal karşılıkları (Putnam, 2000; Lin, 2001) ve (2) tasarım araştırmalarında normatif türetim potansiyelleri (Gehl, 2011; Dovey & Pafka, 2016). "Temsiliyet" (Harvey, 1996), "anlatı" (Massey, 2005) veya "duygusal etki" (Anderson, 2009; Thrift, 2008) gibi soyut kategorilerin aksine, bu çalışma, doğrudan gözlemlenebilir ve normatif türetime elverişli altı ekseni esas alır:

- **Mekânsal Geçirgenlik:** Fiziksel sınırların geçirgenliği ve görüş açıklıkları, kullanıcıların karşılaşma sıklığını etkiler. Geçirgenlik, kamusal mekân kalitesinin temel göstergesidir (Dovey & Pafka, 2016) ve sosyal tanışıklığı besler (Gehl, 2011). Hillier ve Hanson (1984) bunu morfolojik bir özellik olarak sunarken, Carmona (2010)

sosyal sermayeyi desteklediğini belirtir. Normatif çıkarımlar, izole bloklar yerine ilişkisel ara alanların tasarlanmasına yönelir.

- **Karşılaşmalar ve Ortak Eylemlilik:** Gündelik karşılaşmalar mikro-toplulukların oluşumunda belirleyicidir (Lofland, 1998; Amin, 2008). Bu eksen, "karşılaşmayı" (Lefebvre, 1991; Tonkiss, 2005) ve "ortak eylemliliği" (Arendt, 1998) temel alır. Jacobs (1961) rastlantısal karşılaşmaların önemini vurgularken, Hajer ve Reijndorp (2001) bu karşılaşmaların eylemliliğe evrilebileceğine dikkat çeker. Normatif ilkeler, rastlantısallığa açık, çok işlevli kullanımı destekleyen esnek kurguları öne çıkarır.
- **Görünürlük:** Jacobs (1961) kamusal denetimi "sokağın gözleri" metaforuyla açıklar; Arendt'in (1998) kuramı da görünürlük koşuluna bağlıdır. Görünürlük, gözetim (Semple, 1993; Foucault, 1995) bağlamının ötesinde, sosyal tanışıklık, ortak güvenlik ve karşılıklı farkındalık üretimi açısından da ele alınabilir (Goffman, 1959; Gehl, 2011). Güncel çalışmalar da (Askarizad & He, 2025; Thinh et al., 2025) görünürlüğün sosyal ilişkileri biçimlendiren kurucu bir unsur olduğunu göstermektedir.
- **Kapsayıcılık ve Çoklu Kullanım:** Klinenberg (2018) kapsayıcılık ile sosyal sermaye üretimi arasında ilişki kurar. Madanipour (2003) dışlayıcı tasarımların eşitsizlikleri yeniden ürettiğini gösterir. Kapsayıcılık, farklı kimliklerin eş zamanlı varlığını mümkün kılan bir düzenlemedir (Young, 1990). Çoklu kullanım ise mekânın farklı gruplarca çatışmasız kesişimidir (Fincher & Iveson, 2008). Bu eksen, çok işlevli, esnek ve kapsayıcı tasarımları önceliklendirir.
- **Gündelik Rutinler:** Gündelik mekânsal pratiklerin sürekliliği üzerinden aidiyet ve güven inşa edilir (Latham & Layton, 2019). Bu pratikler mekânda iz bırakır (De Certeau, 1984) ve yer bağlılığını geliştirir (Seamon, 1980). Bu eksen, kullanıcıların gündelik devinimler (oturma, bekleme, dolaşma) aracılığıyla bağ kurma potansiyeline odaklanır. Normatif çıkarımlar, bu rutinlere süreklilik tanıyan mikro altyapılara (oturma elemanları, gölgelikler vb.) yönelir.
- **Ortak Üretkenlik:** Kullanıcıların mekânda dönüştürücü ve üretken öznelere dönüşmesini esas alır. Stavrides'in (2016) müşterek mekân anlayışı, birlikte üretim yoluyla kamusal normların kurulduğunu savunur (Hardy & Thomas, 2014). Topluluk bahçeleri, açık atölyeler gibi kolektif kullanımlar bu üretkenliğin örnekleridir. Normatif ilkeler, ortak tasarım ve kullanım süreçlerini destekleyen, dönüşebilir ve birlikte yönetilebilir mekânlara yönelir.

Bu eksenler, sosyal altyapı ile sosyal sermaye arasındaki ilişkiyi mekânsal düzeyde ortaya koyan güncel ampirik araştırmalarla da desteklenmektedir. Fraser ve arkadaşları (2024), sosyal altyapı türlerinin (parklar, kütüphaneler vb.) sosyal sermayenin farklı boyutlarıyla (bonding, bridging) mekânsal ilişkisini analiz etmiştir. Bulgular, özellikle "bridging capital" (heterojen sosyal ağlar) teşvik eden altyapıların çeşitlilik, karşılaşma ve erişilebilirlik açısından öne çıktığını göstermektedir. Bu sonuçlar, önerilen altı eksenin kuramsal ve ampirik düzeyde geçerliliğini doğrulamaktadır.

Tablo 3. Analitik Protokol Eksenlerinin Kuramsal ve Uygulamalı Temelleri

Eksen	Gözlenebilirlik	Normatif Türetim	Kuramsal Temel
Mekânsal Geçirgenlik	Yüksek	Yüksek	Dovey & Pafka (2016), Gehl (2011), Hillier & Hanson (1984), Carmona (2010)
Karşılaşmalar ve Ortak Eylemlilik	Yüksek	Yüksek	Lofland (1998), Amin (2008), Arendt (1998), Lefebvre (1991), Tonkiss (2005)
Görünürlük	Yüksek	Yüksek	Jacobs (1961), Arendt (1998), Goffman (1959), Bentham (1791), Gehl (2011)
Kapsayıcılık ve Çoklu Kullanım	Orta-Yüksek	Yüksek	Klinenberg (2018), Madanipour (2003), Young (1990), Fincher & Iveson (2008)

Gündelik Rutinler	Orta	Orta-Yüksek	Latham & Layton (2019), De Certeau (1984), Seamon (1980)
Ortak Üretkenlik	Orta	Yüksek	Stavrides (2016), Hardy et al. (2003)

2.3. Normatif Türetim Süreci ve Uygulanabilirlik

Bu bölüm, protokolün bağlamsal sorunlardan hareketle nasıl normatif ilkeler türetebileceğini açıklamaktadır. Amaç, gözlem bulgularını kuramsal çerçeveyle ilişkilendirerek belirli bir bağlam için geçerli tasarım normları üretmektir.

Süreç, dört temel aşamada işler:

1. **Gözlem:** Kullanıcı davranışlarının, karşılaşma biçimlerinin ve mekânsal kullanımların sistematik gözlemlenmesi (Gehl, 2011; Seamon, 2015a, 2015b).
2. **Eksiklik Tespiti:** Gözlem verileriyle sosyal sermaye üretimini sınırlayan mekânsal koşulların belirlenmesi.
3. **Eksensel Yorumlama:** Altı analiz ekseninin (Bölüm 2.2) değerlendirme filtresi olarak kullanılması (Acedo et al., 2017; Dovey & Pafka, 2020; Klinenberg, 2018).
4. **Normatif Çıkarım:** Eksikliklerin yorumlanmasının ardından, bağlamda sosyal sermayeyi güçlendirecek tasarım normlarının önerilmesi.

Aşağıdaki şema, bu dört aşamalı normatif türetim sürecini kavramsal olarak özetlemektedir.

Şekil 1. Normatif Türetim Süreci: Gözlemden Bağlamsal Normlara

2.3.1. *Eksensel Değerlendirmenin Rolü*

Bu süreçte, tanımlanan eksenler yalnızca betimleyici araçlar değil, bağlam-duyarlı tasarım normlarının üretiminde temel alınabilecek analitik odak noktalarıdır. Örneğin "görünürlük" ekseni, Arendt'in (1998) "birlikte görünürlük" ilkesine dayanarak, bireylerin kamusal alanda fark edilebilir olmalarını sağlayan mekânsal organizasyonları ön plana çıkarır ve bu bağlamda normatif ilkelere dönüştürülebilir (Tonkiss, 2005). Benzer şekilde, "gündelik rutinler" ekseni, tekrarlanan sosyal karşılaşmaların sosyal bağları güçlendirdiği bulgularıyla ilişkilidir (Gehl, 2011; Latham & Layton, 2019). Eksensel değerlendirme, norm üretiminin ön koşulu ve gözlemle normatif öneri arasındaki "yorumlayıcı ara yüz" işlevini görür.

2.3.2. *Uygulamalı Örnek: Normatif Türetim Zinciri*

Protokolün nasıl işlediğini göstermek için kuramsal temelli ve varsayımsal bir senaryo aşağıda sunulmuştur.

Örnek Senaryo: Kentsel Ara Mekân ve Sosyal İzolasyon

Varsayımsal olarak, atıl bir kentsel açık alanın yüksek duvarlarla çevrili, sınırlı erişimli ve tanımsız olduğunu gözlemleyelim. Bu durum, komşuluk etkileşimlerini engellemektedir. Bu gözlem, Tablo 4'teki gibi yorumlanabilir:

Tablo 4. Örnek Senaryoda Gözlem Bulgularının Eksensel Yorumlaması

İlgili Eksen	Gözlem Bulgusu	Eksiklik
Mekânsal Geçirgenlik	Sınırlı giriş noktaları	Geçirgenlik yetersizliği
Karşılaşmalar ve Ortak Eylemlilik	Sosyal etkileşimsizlik	Karşılaşma eksikliği
Gündelik Rutinler	Mekânsal belirsizlik	Kullanım tanımsızlığı
Görünürlük	Kullanıcıların görünmezliği	Sosyal tanıma eksikliği

Normatif Çıkarım Önerileri:

Bu analize dayanarak; (1) fiziksel sınırların yeniden düzenlenmesi (Geçirgenlik Normu), (2) esnek oturma ve oyun düzenlemeleriyle rastlantısal karşılaşmaların teşvik edilmesi (Karşılaşma Potansiyeli Normu), (3) topluluk temelli etkinlikler için fiziksel altyapı sağlanması (Gündelik Rutinleşme Normu) ve (4) mekân içi görsel açıklığın artırılması (Görünürlük Normu) gibi bağlama özgü normatif ilkeler önerilebilir.

2.3.3. *Normatif Çıkarım İçin Esnek Yapı*

Protokolün temel amacı, sosyal sermayenin zayıf kaldığı mekânsal örüntüleri belirleyerek bağlama özgü normatif ilkeler geliştirmektir. Bu süreç, bağlamsal veriye duyarlı bir analitik yorumlama yapısı gerektirir. Örneğin, "geçirgenlik" eksikliği bir bağlamda fiziksel sınırların kaldırılmasını, başka bir bağlamda görsel temas sağlayan cepheleri gerektirebilir. Çıkarım sürecinin güvenilirliği, "davranış haritalama" (Marcus et al., 2016; Zacharias, 2001) veya Gehl'in (2011) önerdiği gibi sistematik gözlem yöntemlerine bağlıdır. Bu esneklik, protokolü hem yapısal olarak sistematik hem de yoruma açık ve bağlam-duyarlı bir yöntem hâline getirir. Bu yapı, geliştirilen normların kentsel tasarım, mimari planlama veya sosyal altyapı politikaları gibi pratik alanlarda uygulanabilir stratejilere dönüşmesini sağlar ve farklı mekânsal ölçeklere (mahalle, kamusal mekân, iç mekân) uyarlanabilir.

3. ANALİTİK PROTOKOLÜN BAĞLAMSAL ÇEŞİTLİLİĞİ VE NORMATİF ESNEKLİĞİ

Bu bölüm, sosyal sermayeye dayalı analitik protokolün uygulanabilirlik esnekliğini tartışmayı amaçlamaktadır. Geliştirilen yöntemsel yapı, gözleme dayalı analizlerle normatif ilkeler üretmeye olanak tanır. Ancak bu normatif ilkeler, evrensel geçerlilik iddiası taşıyan sabit öneriler değil, sosyal sermayenin üretilemediği özgün mekânsal-toplumsal sorunlardan türetilmektedir. Bu nedenle, protokolün kuramsal değerini artıran temel unsur, esnek ve çoğulcu yorumlara açık olmasıdır.

3.1. Normatif İlkelerin Bağlamla Uyum Kapasitesi

Protokol, tasarım normlarının, fiziksel biçimlerin toplumsal ilişkilerle kurduğu etkileşime bağlı olarak değerlendirilmesi gerektiğini varsayar. Bu nedenle, normların geçerliliği, yerel sosyal sermaye yapısının analizine dayandığında anlam kazanabilir. Her analiz ekseni (karşılaşmalar, görünürlük, geçirgenlik) farklı bağlamlarda farklı normatif çıkarımlara yol açabilir. Örneğin, "karşılaşmalar" ekseni, bir kentsel meydanda mikro-ölçekli düzenlemeleri önerirken, bir konut mahallesinde ortak kullanım alanları önerisine dönüşebilir.

Bu tür bağlamsal farklılaşmalar ampirik olarak da gözlemlenmektedir. Örneğin Fraser ve arkadaşları (2024), farklı sosyal altyapıların (ibadethaneler, parklar, kütüphaneler) sosyal sermayenin farklı bileşenleri (bonding/içe dönük veya bridging/çeşitlilik içeren) üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Bulgular, park ve kütüphanelerin daha çok "bridging" (çeşitlilik

içeren) ilişkileri desteklediğini ortaya koymuştur. Bu durum, tasarım normlarının mekânın morfolojisine ve kullanım tipolojisine duyarlı olması gerektiğini göstermektedir. Fraser ve arkadaşlarının (2024) çalışması, sosyal altyapı çeşitliliği ile köprüleyici sosyal sermaye arasında pozitif bir korelasyon tespit ederek, önerilen normatif ilkelerin toplumsal çoğulluk üretme potansiyelini de doğrulamaktadır.

Bu çeşitlenme potansiyeli, normların bağlama gömülü biçimde yorumlanmasını zorunlu kılar. Analitik protokol, yerel özellikleri dikkate alarak normatif esneklik sağlayan bir yorumlama çerçevesi olarak değerlendirilmelidir. Tablo 5, bu ilkelerin mimari ölçekte nasıl farklılaşabileceğini örneklemektedir.

Tablo 5. Normatif İlkelerin Bağlamla Uyumlu Mimari Ölçekte Yorumlanma Örnekleri

Eksen	Temel Normatif İlke	Olası Bağlamsal Yorum (Mimari Uygulama Örneği)
Karşılaşmalar ve Ortak Eylemlilik	Rastlantısal karşılaşmalara açık esnek düzenlemeler	Çok amaçlı giriş holleri, fuaye alanları, kademeli kot farklarıyla şekillenen iç sokak
Mekânsal Geçirgenlik	Fiziksel ve görsel sürekliliği destekleyen geçişler	Avluya açılan koridor sistemleri, geçirgen galeri bağlantıları
Görünürlük	İzlenebilirlik ve şeffaflıkla sosyal güveni teşvik etme	Çift cepheli şeffaf ofis tasarımları, cam bölmeli açık plan kütüphane düzenlemeleri
Gündelik Rutinler	Rutin eylemleri destekleyen sabit, davetkâr mikro alanlar	Kütüphane okuma nişleri, apartman hollerinde bank/kütüphane gibi ortak alan kurguları
Kapsayıcılık ve Çoklu Kullanım	Farklı kullanıcı gruplarının eşzamanlı temsili	Aynı yapıda farklı yaş grupları için tasarlanmış zonlar (ör. çocuk-erişkin etkinlik katmanı)
Ortak Üretkenlik	Kolektif kullanım ve dönüşüme açık üretim altyapıları	Ortak mutfak/atölye içeren konut blokları, modüler dönüşebilen ortak çalışma alanları

3.2. Normlar Arası Etkileşim ve Dinamik Uyum

Analitik protokolün sunduğu altı temel eksen, pratikte birbirinden yalıtılmış değil, iç içe geçmiş ve birbirini tamamlayan yapılar olarak ortaya çıkar. Örneğin, "görünürlük" ilkesiyle "karşılaşmalar" arasında doğal bir eşleşme ilişkisi bulunmaktadır. Benzer biçimde, "kapsayıcılık" ilkesi "ortak üretkenlik" ile ilişkilidir. Normlar arası etkileşimi gözeten bütüncül bir yorumlama, tasarımın sosyal sermaye üretiminde daha tutarlı sonuçlar doğurmasını sağlar.

Bununla birlikte, normlar arası bu etkileşim potansiyeli sadece tamamlayıcılık değil, çelişkili ya da gerilimli durumlar da içerebilir. Örneğin, bir konut bölgesinde 'görünürlük' ilkesi sosyal güveni artırırken, zemin katlarda yaşayan kullanıcılar için 'mahremiyet' kaygılarını tetikleyebilir. Benzer biçimde, 'geçirgenlik' ilkesi kullanımı teşvik etse de, geceleri 'güvenlik' kaygılarına neden olabilir. Bu tür çatışmaların varlığı, protokolün eleştirel bir duyarlılıkla ele alındığını gösterir. Bu nedenle normatif ilkeler, bağlama duyarlı biçimde birlikte değerlendirilerek yeniden dengelenmelidir.

3.3. Uygulanabilirlik ve Yöntembilimsel İlkeler

Analitik protokolün saha çalışmalarına uygulanabilirliğini değerlendirmek için, Bölüm 2.3.2'de sunulan örnek senaryo gibi kavramsal analiz prototipleri ve yöntembilimsel ilkeler yoluyla bağlamsal esneklik stratejisi sunulur. Bu yaklaşımın temel amacı, sosyal sermaye eksenlerinin bağlamsal sorun alanlarına nasıl uygulanabileceğini düşünsel düzeyde modellemektir. Bu yöntem, sosyal bilimlerde "vinyet tekniği" (Finch, 1987) ile "düşünce deneyi"nin (Flyvbjerg, 2006) birleşiminden esinlenir.

Bu senaryoların geçerliliğini artırmak için dört yöntembilimsel ilke önerilmektedir:

1. **Bağlamsal Hassasiyet:** Normatif çıkarımların, mekânın tarihsel, kültürel ve toplumsal bağlamı ile birlikte değerlendirilmesi (Dovey, 2010; Hillier & Vaughan, 2007).
2. **Eksensel Esneklik:** Altı sosyal sermaye ekseninin sabit bir sıralamaya göre değil, her

bağlamın özgün gereksinimlerine göre yeniden ağırlıklandırılabilmesi (Latham & Layton, 2019).

3. **Yorumlayıcı Derinlik:** Her norm önerisinin, gözleme dayalı bir çıkarım olmanın ötesinde, eksensel analizle ilişkilendirilen kuramsal bir yorum olarak sunulması (Arendt, 1958; Gehl, 2011). Bu ilke, Flyvbjerg'in (2001) "phronetic research" yaklaşımı ile Denzin ve Lincoln'un (2011) yorumlayıcı sosyal bilim çerçevesine dayanır.
4. **Uygulama-Yorum Döngüsü:** Normatif çıkarımların, mutlak doğrular değil, test edilebilir hipotezler olarak görülmesi ve uygulama geri bildirimleriyle modelin beslenmesi (Schön, 1983; Dovey & Pafka, 2017).

Bu ilkeler ışığında analitik protokol, akademik bir analiz aracı olmanın ötesinde, tasarım süreçlerinde eleştirel düşünceyi teşvik eden bir yöntem kılavuzu olarak işlev görebilir.

SONUÇ

Bu bildiri, sosyal sermayenin mekânsal-toplumsal üretimine odaklanan analitik bir protokol geliştirerek, kamusallığı canlandırmaya yönelik bağlamsal tasarım normlarının nasıl türetilebileceğini tartışmıştır. Geliştirilen çerçeve, sosyal sermaye eksikliklerinden yola çıkan, bağlama özgü normatif çıkarımlar yapılmasına olanak tanıyan yorumlayıcı ve esnek bir yöntem önermektedir. Altı temel analiz ekseni (mekânsal geçirgenlik, karşılaşmalar ve ortak eylemlilik, görünürlük, kapsayıcılık ve çoklu kullanım, ortak üretkenlik ve gündelik rutinler) aracılığıyla yapılan gözlemler bağlamsal normlara dönüştürülmektedir.

Söz konusu protokol, evrensel reçeteler yerine, toplumsal ilişkilerle şekillenen yerel mekânsal dokulardan türetilmiş normlar önermekte ve sosyal sermayeyi yeniden üretilebilen bir değer olarak tanımlamaktadır. Buna paralel olarak, sosyal altyapının heterojen sosyal ilişkilerin gelişimini destekleyen bir etkileşim zeminine dönüşebileceği güncel ampirik araştırmalarla da doğrulanmaktadır (Fraser et al., 2024). Bu bulgu, önerilen normatif çerçevenin toplumsal çoğulluk üretme potansiyelini de ortaya koymaktadır.

Çalışma, kuramsal ve yöntemsel bir öneri niteliği taşıdığından henüz bir ampirik uygulama içermemektedir. Bağlamsal gözlemin gerektirdiği uzmanlık, zaman ve yorumlayıcı derinlik, araştırmacıların öznellik riskini artırabilmektedir. İlerleyen çalışmalarda; (1) protokolün pilot saha çalışmalarıyla test edilmesi, (2) nicel ölçüm araçlarının geliştirilmesi, (3) afet sonrası gibi kriz bağlamlarında işlerliğinin sınanması ve (4) sosyal sermayenin "karanlık yönlerini" analiz edebilecek şekilde protokolün duyarlılığının artırılması önerilmektedir.

Bu önerilerden özellikle üçüncüsü, sosyal altyapıların kriz sonrası toplumsal dayanıklılık üzerindeki etkilerini inceleyen güncel literatürle doğrudan ilişkilidir (Hocking et al., 2025). Sosyal altyapıya dair güncel yaklaşımlar (örn. Hocking et al., 2025) kavramsal düzeyde kalırken, bu bildiri söz konusu ilkeleri mekânsal analiz eksenleri ve normatif türetim aracılığıyla pratikleştiren bir model sunmaktadır. Bu yönüyle çalışma, sosyal altyapı literatürüne sahaya aktarılabilir bir çerçeve ile katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, sosyal sermaye perspektifinden kamusallığın yeniden üretimini destekleyen, bağlama duyarlı ve yorumlayıcı bir normatif tasarım yaklaşımı önermektedir. Protokol, toplumsal etkileşimi canlandırmayı hedefleyen pratik bir araçtır ve bulguları kentsel tasarım rehberlerine veya katılımcı planlama süreçlerine entegre edilebilir. Önerilen protokol, farklı sosyal altyapı tipolojilerine (Klinenberg, 2018; Latham & Layton, 2019) uyarlanabilen bir esneklik sunmaktadır. Bu kuramsal ve yöntemsel bütünlük, Tablo 6 ile özetlenmektedir.

Tablo 6. Kuramsal Katkı Matrisi: Bu Bildirinin Özgün Konumlanışı

Alan	Mevcut Literatür	Bu Bildirinin Katkısı
Sosyal Sermaye	Sosyoloji ağırlıklı, mekânsal bağ çoğu zaman göz ardı edilmektedir.	Sosyal sermayeyi mekânsal bağlamda analiz eden normatif ilkeler geliştirmek
Kamusallık Kuramları	Kamusal alan kavramını soyut değerler ve eylemler üzerinden tanımlar, mekânsal somutlama eksik kalır	Kamusal alan teorisini, sosyal sermaye eksenleriyle mekânsal ve fiziksel bağlama somut biçimde entegre etmek
Mekânsal Tasarım Normları	Kullanıcı ihtiyaçlarına göre sabit ve evrensel normlar üretmeye eğilimlidir	Kullanıcı ihtiyaçları yerine, sosyal sermaye üretiminin engellendiği ya da yetersiz kaldığı bağlamsal durumlara odaklanan esnek, yorumlayıcı normatif tasarım ilkeleri önermek

KAYNAKÇA

Amin, A. (2008). Collective culture and urban public space. *City, 12*(1), 5–24. https://doi.org/10.1080/13604810801933495

Acedo, A., Painho, M., & Casteleyn, S. (2017). Place and city: Operationalizing sense of place and social capital in the urban context. *Transactions in GIS, 21*(3), 503–520. https://doi.org/10.1111/tgis.12282

Acedo, A., Santa, F., & Johnson, P. A. (2021). Place and people: Spatializing degrees of bonding and bridging social capital in Lisbon (Portugal). *GeoJournal, 86*(6), 2905–2925. https://doi.org/10.1007/s10708-020-10224-1

Anderson, B. (2009). Affective atmospheres. *Emotion, Space and Society, 2*(2), 77–81. https://doi.org/10.1016/j.emospa.2009.08.005

Arendt, H. (1998). *The human condition* (2nd ed., with introduction by Margaret Canovan). University of Chicago Press.

Askarizad, R., & He, J. (2025). The role of urban furniture in promoting gender equality and static social activities in public spaces. *Ain Shams Engineering Journal, 16*, 103250. https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.103250

de Certeau, M. (1984). *The practice of everyday life* (S. Rendall, Trans.). University of California Press. (Original work published 1980)

Carmona, M. (2010). *Public places, urban spaces: The dimensions of urban design* (2nd ed.). Routledge.

Clarke, A. E. (2005). *Situational analysis: Grounded theory after the postmodern turn.* SAGE Publications.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2018). *The SAGE handbook of qualitative research* (5th ed.). SAGE Publications.

Dovey, K. (2010). *Becoming places: Urbanism/Architecture/Identity/Power*. Routledge.

Dovey, K., & Pafka, E. (2017). What is walkability? The urban DMA. *Urban Studies*, 54(1), 167–182. https://doi.org/10.1177/0042098018819727

Finch, J. (1987). The vignette technique in survey research. *Sociology*, *21*(1), 105–114. https://doi.org/10.1177/0038038587021001008

Fincher, R., & Iveson, K. (2008). *Planning and diversity in the city: Redistribution, recognition and encounter*. Palgrave Macmillan.

Flyvbjerg, B. (2001). *Making social science Matter: Why social inquiry fails and how it can succeed again.* Cambridge University Press.

Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry*, *12*(2), 219–245. https://doi.org/10.1177/1077800405284363

Foucault, M. (1995). *Discipline and punish: The birth of the prison* (A. Sheridan, Trans.). Vintage Books. (Original work published 1975)

Fraser, T., Awadalla, O., Sarup, H., & Aldrich, D. P. (2024). A tale of many cities: Mapping social infrastructure and social capital across the United States. *Computers, Environment and Urban Systems, 114*, 102195. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2024.102195
Gehl, J. (2011). *Life between buildings: Using public space* (6th ed.). Island Press.
Goffman, E. (1959). *The presentation of self in everyday life*. Doubleday Anchor Books.
Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (2005). *Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences.* In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (3rd ed., pp. 191–215).
Hajer, M., & Reijndorp, A. (2001). *In search of new public domain: Analysis and strategy*. NAi Publishers.
Hardy, C., & Thomas, R. (2014). Strategy, discourse and practice: The intensification of power. *Journal of Management Studies, 51*(2), 320–348. https://doi.org/10.1111/joms.12005
Harvey, D. (1996). *Justice, nature, and the geography of difference*. Blackwell.
Hillier, B., & Vaughan, L. (2007). The city as one thing. *Progress in Planning*, 67(3), 205–230.
Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge University Press.
Hocking, L., Opdyke, A., Siguan, A., & Aldrich, D. P. (2025). *Linking social infrastructure and social capital: Barangay halls and basketball courts as cornerstones of community resilience*. SSRN. Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.5354415
Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*. Random House.
Johnson, L. (2016). What is social capital? In A. G. Greenberg, T. P. Gullotta, & M. Bloom (Eds.), *Social capital and community well-being* (pp. 199–214). London, UK: Springer.
Jorgensen, B. S. (2010). Subjective mapping methodologies for incorporating spatial variation in research on social capital and sense of place. *Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie*, 101(*5*), 554–567. https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2010.00633.x
Jorgensen, B. S., & Stedman, R. C. (2011). Measuring the spatial component of sense of place: A methodology for research on the spatial dynamics of psychological experiences of places. *Environment & Planning B*, 38(*5*), 795–813. https://doi.org/10.1068/b37054
Klinenberg, E. (2018). *Palaces for the people: How social infrastructure can help fight inequality, polarization, and the decline of civic life*. Crown Publishing Group.
Kyttä, M. (2004). The extent of children's independent mobility and the number of actualized affordances as criteria for child-friendly environments. *Journal of Environmental Psychology, 24*(2), 179–198. https://doi.org/10.1016/S0272-4944(03)00073-2
Latham, A., & Layton, J. (2019). Social infrastructure and the public life of cities: Studying urban sociality and public spaces. *Geography Compass, 13*(7), e12444. https://doi.org/10.1111/gec3.12444
Latham, A., & Layton, J. (2022). Social infrastructure: Why it matters and how urban geographers might study it. *Urban Geography, 43*(5), 659–668. https://doi.org/10.1080/02723638.2021.2003609
Lefebvre, H. (1991). *The production of space* (D. Nicholson-Smith, Trans.). Blackwell.
Lewicka, M. (2011a). On the varieties of people's relationships with places: Hummon's typology revisited. *Environment & Behavior*, 43(*5*), 676–709. https://doi.org/10.1177/0013916510364917
Lewicka, M. (2011b). Place attachment: How far have we come in the last 40 years? *Journal of Environmental Psychology*, 31(*3*), 207–230. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.10.001
Lin, N. (2001). *Social capital: A theory of social structure and action*. Cambridge University Press.
Lofland, L. H. (1998). *The public realm: Exploring the city's quintessential social territory*. Aldine de Gruyter.
Madanipour, A. (2003). Social exclusion and space. In R. T. LeGates & F. Stout (Eds.), *The City Reader* (3rd ed., pp. 158–165). Routledge.

Massey, D. (2005). *For space*. Sage.
Putnam, R. D. (1993). *Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy.* Princeton University Press.
Putnam, R. D. (2000). *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*. Simon & Schuster.
Semple, J. (1993). *Bentham's prison: A study of the Panopticon penitentiary*. Oxford University Press.
Schwartz-Shea, P., & Yanow, D. (2012). *Interpretive Research Design: Concepts and Processes.* Routledge.
Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books.
Seamon, D. (2015a). Understanding place holistically: Cities, synergistic relationality, and space syntax. *Journal of Space Syntax, 6*(1), 19–33. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/283463589
Seamon, D. (2015b). Situated cognition and the phenomenology of place: Lifeworld, environmental embodiment, and immersion-in-world. *Cognitive Processes, 16*(Suppl 1), 389–392. https://doi.org/10.1007/s10339-015-0678-9
Stavrides, S. (2016). *Common space: The city as commons*. Zed Books.
Thinh, N. K., Peimani, N., & Kamalipour, H. (2025). Forms and spatiality of street vending in informal settlements: The case of in-between spaces in Hanoi. *Cities, 161*, 105870. https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.105870
Thrift, N. (2008). *Non-representational theory: Space, politics, affect*. Routledge.
Tonkiss, F. (2005). *Space, the city and social theory: Social relations and urban forms*. Polity Press
Young, I. M. (1990). *Justice and the politics of difference*. Princeton University Press.

ASS1 GENİNDE HOMOZİGOT c.256C>T p.(Arg86Cys) MUTASYONU: SİTRÜLİNEMİ TİP I OLGU SUNUMU

Dima DVAIDAR
Biruni Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü
Fatmanur TURGUT
Biruni Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü
Cüneyd YAVAŞ
Biruni Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü
Asmaa ABUAISHA
Biruni Üniversitesi, Biruni Araştırma Merkezi B@MER
Emir NEKAY
Biruni Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı
Serdar BOZLAK
Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Çocuk Genetik Bölümü

ÖZET

Argininosüksinat sentetaz (ASS), üre döngüsünde görev alarak sitrülinin argininosüksinata dönüşümünü katalize eden bir enzimdir. Bu enzim, insanlarda 9q34.11 kromozom bölgesinde yer alan Argininosüksinat Sentetaz 1 (*ASS1*) geni tarafından kodlanmaktadır. *ASS1* geninde meydana gelen patojenik mutasyonlar, üre döngüsünün etkinliğini bozarak sistemik hiperamonyemiye, hepatik disfonksiyona ve nörolojik toksisiteye yol açabilmektedir. Sitrülinemi Tip I, ASS enzimindeki fonksiyonel bozukluk sonucu amonyağın vücuttan yeterince uzaklaştırılamadığı, otozomal resesif kalıtılan bir üre döngüsü bozukluğu olarak tanımlanmaktadır. Bu olgu sunumunda, beş yaşında, önceden bilinen hastalığı olmayan bir kız hastanın; karın ağrısı, koyu renkli idrar, bilinç bulanıklığı, letarji ve hepatomegali şikayetleriyle çocuk genetik kliniği'ne başvuran olgusu sunulmaktadır. Klinik tablonun olası genetik etiyolojisini aydınlatmak amacıyla, hastadan periferik kan örneğinden tüm ekzom dizileme (TED) analizi Illumina teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tespit edilen varyant Sanger dizileme ve aile segregasyon analizleri ile doğrulanmıştır. Tüm uygulamalar etik kurallar ve bilimsel standartlara uygun biçimde yürütülmüş; çalışmanın amacı, yöntemi ve olası sonuçları hasta ve ailesine açık şekilde anlatılarak yazılı onam alınmıştır. Genetik analiz sonucunda *ASS1* geninde homozigot c.256C>T p.(Arg86Cys) mutasyonu saptanmıştır. Akraba evliliği gibi genetik risk faktörlerinin değerlendirilmesi, bu tür metabolik hastalıkların önlenmesinde kritik öneme sahiptir. Bu olgu ASS1 gen mutasyonlarının erken tanısının ve metabolik krizlerin yönetiminde klinik-genetik araştırmaların önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Argininosüksinat Sentetaz 1 (*ASS1*) Geni, c.256C>T, Homozigot Mutasyon, Hiperamonyemi, Sitrülinemi Tip I **.**

GİRİŞ

Sitrülinemi tip I (CTLN1), üre döngüsünün üçüncü basamağında görev yapan argininosüksinat sentetaz (ASS) enziminin eksikliği sonucu ortaya çıkan otozomal resesif bir metabolik hastalıktır (1). Argininosüksinat sentetaz, sitrülin ile aspartatın ATP'ye bağımlı olarak argininosüksinata dönüştürülmesini katalizler ve bu reaksiyon üre döngüsünün devamı için zorunludur. *ASS1* geni kromozom 9q34.1'de lokalizedir ve ASS enziminin karaciğerdeki periportal hepatositlerde sentezlenmesini sağlar (2). Enzim eksikliği, sitrülin ve amonyak birikimine yol açarak hiperamonyemik ensefalopatiye neden olur. Hiperamonyemi özellikle merkezi sinir sistemi için son derece toksiktir ve tedavi edilmediğinde kalıcı nörolojik hasara veya ölüme yol açabilir (1).

CTLN1'in dünya genelindeki insidansı yaklaşık 1/250.000 olarak bildirilmiştir. Hastalık genellikle yaşamın ilk günlerinde beslenme güçlüğü, kusma, letarji, nöbet ve hızla ağırlaşan bilinç değişiklikleri ile ortaya çıkar (1). Bununla birlikte, bazı bireylerde hastalık daha geç yaşlarda veya metabolik stres dönemlerinde (enfeksiyon, açlık, gebelik gibi) klinik hale gelebilir. *ASS1*'deki biallelik patojenik varyantlar hastalığın temel nedenidir ve bugüne kadar çok sayıda missense, nonsense, splice-site ve küçük delesyon/insersiyon tipi varyant bildirilmiştir. Bu varyantların çoğu enzimin işlevini tamamen veya kısmen bozarak hiperamonyemi epizodlarına neden olur. *ASS1* varyant spektrumu geniş olmakla birlikte, bazı mutasyonların belirli popülasyonlarda daha sık görüldüğü bildirilmiştir (3).

Literatürde ağır klinik tablolarla seyreden CTLN1 olguları mevcuttur. Örneğin Çin'de bildirilen nadir olgulardan birinde, yenidoğan yaşamın ilk 30 saatinde zayıf yanıt ve hızla komaya ilerleme göstermiş, biyokimyasal değerlendirmede belirgin hiperamonyemi, yüksek sitrülin düzeyi ve artmış idrar orotik asit saptanmıştır. Genetik inceleme c.910C>T (p.Arg304Trp) ve daha önce kontrol veritabanlarında rapor edilmemiş olan c.839-1G>A varyantlarının heterozigot taşıyıcılığını göstermiş, minigen analizi c.839-1G>A varyantının p.(Gly280Valfs*15) ile sonuçlanan anormal splaysinge yol açtığını doğrulamıştır (4). Bu tür raporlar, *ASS1*'deki yeni patojenik varyantların tanımlanmasının hastalığın genotip-fenotip spektrumunu genişletmeye devam ettiğini göstermektedir.

Hastalığın tedavisinde temel yaklaşım amonyak birikimini önlemek ve azot yükünü azaltmaktır. L-arginin takviyesi, protein kısıtlaması, azot bağlayıcı ilaçlar (sodyum benzoat, fenilasetat gibi) ve gerekirse diyaliz uygulanabilir. Tedavi ile sağkalım önemli ölçüde artmış olsa da, birçok hastada tekrarlayan hiperamonyemi atakları nedeniyle uzun dönem nörolojik sekeller gelişebilmektedir. Karaciğer nakli günümüzde bilinen tek küratif tedavi yöntemidir ve nörolojik hasar gelişmeden önce uygulanması önerilmektedir (1).

Son yıllarda *ASS1* geninin üre döngüsü dışı rolleri de araştırılmaktadır. Artan kanıtlar ASS1'in çeşitli tümör tiplerinde düzensizleştiğini ve tümör hücrelerinin metabolik yeniden programlanmasını etkilediğini göstermektedir. *ASS1* ekspresyonunun azalması, tümör hücrelerini ekzojen arginine bağımlı hâle getirirken, bazı tümörlerde *ASS1*'in aşırı ekspresyonu proliferasyonu baskılayabilmektedir. Bu nedenle *ASS1*, hem metabolik hastalıklar hem de kanser biyolojisi açısından önemli bir moleküler düğüm noktası olarak değerlendirilmektedir.
CTLN1, klinik değişkenliği, geniş mutasyon spektrumu ve erken müdahale edilmediğinde hızlı seyreden ağır metabolik komplikasyonları nedeniyle erken tanı ve uygun tedavinin kritik olduğu bir hastalıktır. Ayrıca genetik tanının doğrulanması, aile içi tarama, taşıyıcı belirleme ve gelecekteki gebelikler için genetik danışmanlığın en önemli basamağını oluşturmaktadır.

MATERYAL METOD

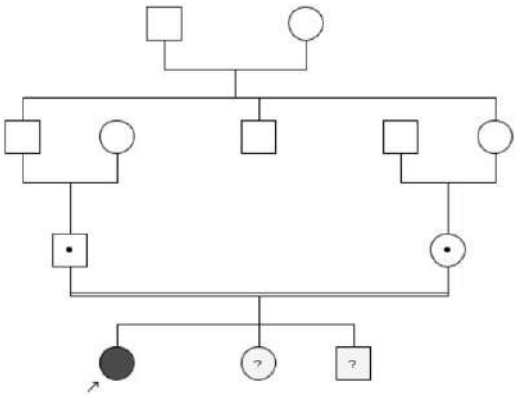
Yeni Nesil Dizileme (NGS), çalışmada uygulanan yeni nesil dizileme (NGS) analizinde, hastadan elde edilen periferik kandan genomik DNA izole edilmiştir. Hazırlanan DNA kütüphanesi adaptör bağlama ve amplifikasyon adımlarının ardından dizileme platformuna yüklenmiştir. Elde edilen veriler biyoinformatik olarak işlenmiştir. Dizileme verileri referans genomla karşılaştırılarak varyantlar belirlenmiş ve klinik bulgularla birlikte değerlendirilmiştir.

Hastadan elde edilen periferik kandan DNA örneğine TED yapılmıştır. Kütüphane hazırlandıktan sonra dizileme yapılmış ve veriler biyoinformatik analiz ile değerlendirilerek varyantlar tespit edilmiştir.

Sanger Dizileme, hedef bölge PCR ile çoğaltılmış ve elde edilen DNA parçalarının saflığını artırmak için temizlenmiştir. Ardından tek bir primer kullanılarak dye-terminator içeren siklus dizileme reaksiyonu gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon sonrası oluşan işaretli fragmanlar kapiller elektroforezde ayrıştırılmış ve cihaz tarafından üretilen kromatogram üzerinden baz sırası okutulmuştur. Elde edilen diziler referans genomla karşılaştırılarak varyantlar değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Alınan kan örneğinden izole edilen DNA için TED ve Sanger Dizileme Sonuçlarına bakıldığında ASS1 geni c.256C>T p.(Arg86Cys) homozigot mutasyon gözlemlenmiştir. Aile segregasyon analizi yapıldığında anne babanın heterozigot mutant ve taşıyıcı olduğu anlaşılmıştır (Şekil 1 ve 2).



Şekil-1: Aile bireylerinde *ASS1* varyantının segregasyon analizi.

Şekil-2:tespit edilen *ASS1* genindeki [homozigot c.256C>T] varyantının NGS ile doğrulanmış kromatogramı.

TARTIŞMA

Arjininosüksinat Sentetaz 1 (*ASS1*) genindeki homozigot c.256C>T mutasyonuna (p.Arg86Trp) bağlı Sitrüllinemi Tip 1 (CTLN1) tanısı koyduğumuz 5 yaşındaki bir kız çocuğunun klinik bulgularını ortaya koymaktadır. CTLN1, genellikle enzimin işlevini tamamen yitirdiği durumlarda, ciddi hiperamonyemi atakları ve kalıcı nörolojik hasarla ortaya çıkmaktadır.

Çalışmaya alınan hastada, belli bir hastalık öyküsü olmadan 5 yaşına kadar gelmiş; ilk ciddi atağı ise akut hepatit ve hızla gelişen karaciğer yetmezliği tablosu olmuştur. Bu geç başlangıç ve ciddi karaciğer komplikasyonu, c.256C>T mutasyonunun proteinin kararlılığını veya katlanmasını, enzimin bir miktar aktivitesini sürdürebileceği şekilde daha az etkilediğini düşündürmektedir. Üre döngüsü bozukluklarının moleküler temelleri üzerine yapılan kapsamlı incelemeler, fenotipin enzimdeki bu aktivitenin derecesine doğrudan bağlı olduğunu işaret etmektedir (5). Genetik incelemeler, hastamızda *ASS1* geninde nadir bildirilen c.256C>T mutasyonunun her iki kopyada da (homozigot) bulunduğunu kesinleştirmiştir. Bu değişim, kritik bir amino asit olan Arjinin'in yer değiştirmesine yol açmaktadır. Literatür, CTLN1 vakalarında çoğunlukla genin iki farklı yerindeki mutasyonların (bileşik heterozigotluk) baskın olduğunu gösterirken (6), aynı nadir mutasyonun homozigot olarak saptanması, bu vakanın genetik nadirliğini vurgulamaktadır. (6,7)

Bu homozigot durumun ortaya çıkışında, ebeveynlerin akraba olmasının rolü çok önemlidir. Sağlık ve hastalıkta akraba evliliği genetiği üzerine yapılan araştırmalar [Fareed ve Afzal (8)], nadir otozomal resesif hastalıklarda, aynı nadir mutasyonu taşıyan+- ebeveynlerin bir araya gelme olasılığının bu yolla arttığını net bir şekilde göstermektedir. Bu, ailedeki diğer bireylerin taranması ve genetik danışmanlık hizmetleri için hayati bir bilgidir.

ASS1 enziminin işlevi, sadece amonyak detoksifikasyonu ile sınırlı kalmaz. ASS ve ASL enzimleri, damar iç yüzeyi (endotel) ve böbrek gibi dokularda Sitrülin-Nitrik Oksit (NO) döngüsünün anahtarıdır. Bu döngü, önemli bir damar genişletici olan NO üretimi için gereken Arjinini sürekli olarak geri dönüştürür. Üre döngüsü enzim kusurlarında NO sentezinin değerlendirildiği çalışmalar (9), ASS enziminin bozulmasının Arjinin geri dönüşümünü aksatarak biyolojik olarak aktif NO üretimini olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, hastamızın uzun dönem takibi, sadece hiperamonyemi riskini değil, aynı zamanda olası vasküler homeostaz sorunları ve nörolojik etkileri açısından da dikkatli bir değerlendirme gerektirmektedir (9,10).

Vakamızdaki bir diğer klinik tablo, hastanın akut hepatit ile başlayıp hızla ilerleyen karaciğer yetmezliği ile başvurmasıdır. UCD'ler sıklıkla beyni etkileyen karaciğer kaynaklı bir komaya (ensefalopati) yol açsa da, primer bir bulgu olarak ileri derecede karaciğer yetmezliği nadirdir. Bu durum, biriken yüksek Sitrüllin ve diğer metabolitlerin hepatik hücreler üzerinde doğrudan toksik bir etkiye sahip olabileceği varsayımını güçlendirmektedir.

Akut ve ileri dönem için olan tedavi yaklaşımımız, Uluslararası Üre Döngüsü Bozuklukları Yönetim Kılavuzları (11) tarafından önerilen standart protokoller doğrultusunda yürütülmüştür. Kılavuzlar, kriz anında protein alımının kısıtlanmasını ve amonyak temizleyici ilaçların hızla verilmesini önermektedir. Karaciğer yetmezliği tablosu nedeniyle uygulanan N-asetilsistein (NAC) ise, CTLN1 için spesifik bir metabolik tedavi olmaktan ziyade, hepatik hasarı azaltmayı hedefleyen standart bir tedavi yaklaşımıdır. Sitrüllinemi Tip 1'de karaciğer nakli sonrası davranışsal iyileşmeyi inceleyen çalışmalar (12), uzun dönem nörolojik iyileşme potansiyelini göstermiş ve bu durum, geç başlangıçlı formlarda dahi agresif metabolik kontrolün ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur. (11, 12,13)

SONUÇ

Sunulan vakada *ASS1* c.256C>T homozigot mutasyonuna rağmen geç başlangıçlı Sitrüllinemi Tip 1 ile ortaya çıkan ve nadir görülen akut karaciğer yetmezliği ile komplike olan nadir görülen bir hastayı bildirmektedir. Vakamız, genotip-fenotip korelasyonunun değişkenliğini ve akrabalık faktörünün önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Bu bulgular, geç başlangıçlı metabolik hastalıklarda dahi erken tanının ve kılavuz temelli, çok disiplinli bir tedavi yaklaşımının ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca genotip-fenotip korelasyonunun değişkenliğini ve konsanguinite faktörünün önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Bu bulgular, geç başlangıçlı metabolik hastalıklarda dahi yüksek klinik

uyanıklığın ve kılavuz temelli, çok disiplinli bir tedavi yaklaşımının ne kadar elzem olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

1. Cen Z, Zhang C, Ge P, Wang P, Hu Z, Hu L, Wu B, Huang X. 99 Chinese ASS1 carriers: Genetics, metabolism, and citrulline levels. Clin Chim Acta. 2026 Jan 1;578:120491. doi: 10.1016/j.cca.2025.120491. Epub 2025 Jul 17. PMID: 40683404.
2. Deng L, Liu Y, Chen K, Qiu J, Chang L, Xia J, Wang Y. Case Report: From coma to genetic insights: identification of a novel pathogenic variant in Chinese neonatal CTLN1. Front Pediatr. 2025 Aug 5;13:1593427. doi: 10.3389/fped.2025.1593427. PMID: 40837674; PMCID: PMC12361207.
3. Quinonez SC, Lee KN. Citrullinemia Type I. 2004 Jul 7 [updated 2022 Aug 18]. In: Adam MP, Bick S, Mirzaa GM, Pagon RA, Wallace SE, Amemiya A, editors. GeneReviews® [Internet]. Seattle (WA): University of Washington, Seattle; 1993–2025. PMID: 20301631.
4. Yoshitoshi-Uebayashi EY, Toyoda T, Yasuda K, Kotaka M, Nomoto K, Okita K, Yasuchika K, Okamoto S, Takubo N, Nishikubo T, Soga T, Uemoto S, Osafune K. Modelling urea-cycle disorder citrullinemia type 1 with disease-specific iPSCs. Biochem Biophys Res Commun. 2017 May 6;486(3):613-619. doi: 10.1016/j.bbrc.2017.03.037. Epub 2017 Mar 14. Erratum in: Biochem Biophys Res Commun. 2017 Jul 1;488(3):570-571. doi: 10.1016/j.bbrc.2017.05.055. PMID: 28302489
5. Matsuda, I., Matsuura, T., Hoshide, R., Uchino, T., & Matsubasa, T. (1993). Nihon rinsho. Japanese journal of clinical medicine, 51(2), 520–524.
6. Engel, K., Höhne, W., & Häberle, J. (2009). Mutations and polymorphisms in the human argininosuccinate synthetase (ASS1) gene. Human mutation, 30(3), 300–307.
7. Diez-Fernandez, C., Rüfenacht, V., & Häberle, J. (2017). Mutations in the Human Argininosuccinate Synthetase (ASS1) Gene, Impact on Patients, Common Changes, and Structural Considerations. Human mutation, 38(5), 471–484.
8. Fareed, M., & Afzal, M. (2017). Genetics of consanguinity and inbreeding in health and disease. Annals of human biology, 44(2), 99–107.
9. Nagasaka, H., Tsukahara, H., Yorifuji, T., Miida, T., Murayama, K., Tsuruoka, T., Takatani, T., Kanazawa, M., Kobayashi, K., Okano, Y., & Takayanagi, M. (2009). Evaluation of endogenous nitric oxide synthesis in congenital urea cycle enzyme defects. Metabolism: clinical and experimental, 58(3), 278–282.
10. Husson, A., Brasse-Lagnel, C., Fairand, A., Renouf, S., & Lavoinne, A. (2003). Argininosuccinate synthetase from the urea cycle to the citrulline-NO cycle. European journal of biochemistry, 270(9), 1887–1899.
11. Häberle, J., Burlina, A., Chakrapani, A., Dixon, M., Karall, D., Lindner, M., Mandel, H., Martinelli, D., Pintos-Morell, G., Santer, R., Skouma, A., Servais, A., Tal, G., Rubio, V., Huemer, M., & Dionisi-Vici, C. (2019). Suggested guidelines for the diagnosis and management of urea cycle disorders: First revision. Journal of inherited metabolic disease, 42(6), 1192–1230.
12. Lin, Y., Gao, H., Lu, B., Zhou, S., Zheng, T., Lin, W., Zhu, L., Jiang, M., & Fu, Q. (2019). Citrullinemia type I is associated with a novel splicing variant, c.773 + 4A > C, in ASS1: a case report and literature review. BMC medical genetics, 20(1), 110.
13. Kose, E., Unal, O., Bulbul, S., Gunduz, M., Häberle, J., & Arslan, N. (2017). Identification of three novel mutations in fourteen patients with citrullinemia type 1. Clinical biochemistry, 50(12), 686–689.

THE EFFECTS OF BENZIMIDAZOLE AND ITS DERIVATIES ON CANCER CELLS

Ebranur DUMAN

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bilimleri Bölümü, Merkez, Sivas.
0009-0005-6015-6626

Hayrani Eren BOSTANCI

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bilimleri Bölümü, Merkez, Sivas.
0000-0001-8511-2316

ABSTRACT

Benzimidazole is a compound that has been studied in medicinal chemistry for over a century and is of great therapeutic importance. Benzimidazole is a fused aromatic heterocyclic compound formed by the combination of a benzene ring and a five-membered imidazole ring containing nitrogen heteroatoms at the 1st and 3rd positions. Depending on whether a hydrogen atom is present on any of the nitrogen atoms in the imidazole structure, it exhibits two equivalent tautomeric forms. Thanks to its aromatic ring and double nitrogen atom, it can form various interactions such as hydrogen bonds, Van der Waals forces, and π–π interactions. Through these interactions, it can bind to proteins and act as a proton acceptor or donor. Due to this structure, it is considered an important pharmacophore group in drug discovery because it possesses many biological activities. Benzimidazole and its derivatives have various therapeutic effects, including antibacterial, antifungal, antimicrobial, anticancer, antitubercular, antiulcer, antiviral, anti-inflammatory, antidiabetic, antihistamine, antihypertensive, and analgesic effects. Furthermore, 5,6-dimethyl-1-(α-D-ribofuranosyl) benzimidazole, a benzimidazole derivative, is a fundamental component of cobalamin (vitamin B12).

Existing studies indicate that benzimidazole is a core compound in the field of medicine and drug discovery due to its numerous biological activities. Today, researchers in drug discovery are turning their attention to discovering new molecules with better efficacy and mechanisms of action due to various reasons such as resistance and toxicity. This need for new molecule discovery is particularly evident in anticancer studies. Cancer-related deaths rank second worldwide after cardiovascular diseases. This is due to factors such as the ability of tumours to develop multi-drug resistance to chemotherapy despite the availability of numerous chemotherapeutic agents, the toxicity of anticancer drugs to normal cells, and the occurrence of various side effects. These circumstances increase the need for new drug discovery. The use of heterocyclic compounds with various biological activities in anticancer studies is quite popular in the pharmaceutical industry. One of the most important members of heterocycles is benzimidazoles. The core structure of benzimidazole and its minimal toxicity make it a very promising skeleton for anticancer drug development. For this reason, the use of benzimidazole and its derivatives in cancer studies has been the subject of numerous studies. Researchers have synthesised various benzimidazole derivatives from the benzimidazole skeleton and investigated the mechanisms of action of these derivatives on cancer cells. Benzimidazole derivatives exhibit anticancer effects through various mechanisms of action.

The mechanisms of action of benzimidazole derivatives against cancer cell lines can be classified as molecular effects, targeted effects, and epigenetic modulatory effects. Molecular effect mechanisms affect fundamental intracellular processes such as topoisomerase inhibitors, DNA intercalation and alkylating agents, and microtubule inhibitors. Targeted effect mechanisms include kinase inhibitors, poly(ADP-ribose) polymerase-1 (PARP-1) inhibitors, androgen receptor (AR) antagonists, aromatase inhibitors, dihydrofolate reductase (DHFR) inhibitors, carbonic anhydrase inhibitors, vascular endothelial growth factor receptor-2 (VEGFR-2) inhibitors, and others. Epigenetic modulator effects arise from the interaction of benzimidazole derivatives with various epigenetic targets such as DNA methyltransferases, histone deacetylases, and histone methyltransferases. Benzimidazole is a promising compound in cancer research due to these mechanisms. For this reason, a literature review was conducted on the interactions of benzimidazole and its derivatives with cancer cells. The effects on cancer cells and the mechanisms of action will be described in more detail in the report.

Keywords: Benzimidazol, Heterocyclic, Cancer, Anticancer, Biological Activity

INTRODUCTION

Benzimidazole is a compound that have been studied in medicinal chemistry for over more than one hundred years and is of great therapeutic importance (Khokra & Choudhary, 2011). Benzimidazole is a fused aromatic heterocyclic compound formed by the combination of a benzene ring and a five-membered imidazole ring containing nitrogen heteroatoms at the 1st and 3rd positions (Alzhrani, Alam, & Nazreen, 2022; Işık, Acar Çevik, Karayel, et al., 2024). Depending on the presence of a hydrogen atom on any of the nitrogen atoms in the imidazole structure, it exhibits two equivalent tautomeric forms. Thanks to its aromatic ring and double nitrogen atom, it undergoes various interactions such as hydrogen bonds, Van der Waals forces, and π–π interactions. Through these interactions, it can bind to proteins and act as a proton acceptor or donor (Vázquez-Jiménez et al., 2023). Due to this structure, it is considered an important pharmacophore group in drug discovery because it possesses many biological activities.

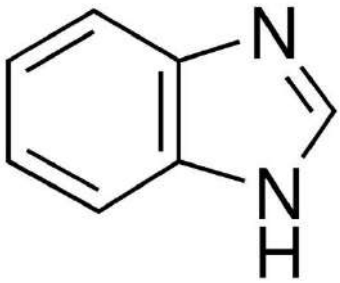


Fig.1. The chemical structure of Benzimidazole.

Benzimidazole and its derivatives exhibit various therapeutic effects, including antibacterial, antifungal, antimicrobial, anticancer, antitubercular, antiulcer, antiviral, anti-inflammatory, antidiabetic, antihistamine, antihypertensive, and analgesic properties (Alzhrani, Alam, & Nazreen, 2022; Işık, Acar Çevik, Karayel, et al., 2024). Furthermore, 5,6-dimethyl-1-(α-D-ribofuranosyl)benzimidazole, a benzimidazole derivative, is a fundamental component of cobalamin (vitamin B12) (Khokra & Choudhary, 2011). Furthermore, benzimidazole is a structural isostere of naturally occurring nucleotides and therefore readily interacts with biopolymers in living systems (Khokra & Choudhary, 2011).

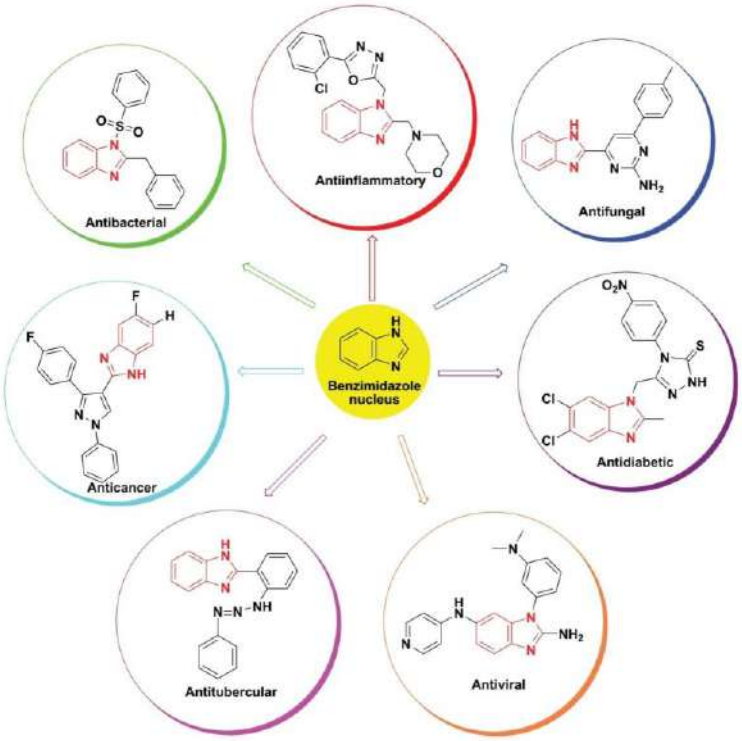


Fig.2. Benzimidazole derivatives with diverse biological activities.

Existing studies indicate that benzimidazole is a core compound in the field of medicine and drug discovery due to its numerous biological activities. Today, drug discovery researchers are turning their attention to discovering new molecules with better efficacy and mechanisms of action due to various reasons such as resistance and toxicity (Khokra & Choudhary, 2011). This need for new molecule discovery is particularly evident in anticancer studies. Cancer is a disease characterised by uncontrolled and abnormal cell growth that can spread to other parts of the body, forming metastases (Huynh et al., 2020; Işık, Acar Çevik, Çelik, et al., 2022). Cancer-related deaths rank second after cardiovascular diseases worldwide. This is due to several factors, including the fact that despite the availability of many chemotherapeutic agents on the market, they can exhibit multi-drug resistance to chemotherapy, the anticancer drug is toxic to normal cells, ineffectiveness, the growth and proliferation of cancer cells when cytotoxic treatment is stopped, and various side effects (Huynh et al., 2020; Işık, Acar Çevik, Çelik, et al., 2022; Wagih et al., 2025). Such circumstances limit the effectiveness of current treatments and increase the need for new drug discoveries. The use of heterocyclic compounds with various biological activities in anticancer studies is quite popular in the pharmaceutical industry. One of the most important members of heterocycles is benzimidazoles. The core structure of benzimidazole and its minimal toxicity make it a very promising skeleton for anticancer drug development (Lee et al., 2023). For this reason, the use of benzimidazole and its derivatives in cancer studies has been the subject of numerous studies. Researchers have synthesised various benzimidazole derivatives from the benzimidazole skeleton and investigated the mechanisms of action of these derivatives on cancer cells.

Mechanism of Action

The benzimidazole pharmacophore resembles naturally occurring purine nucleotides and exhibits anticancer effects through various mechanisms. Based on a literature review, this study summarises the chronological flow of research focusing on the classification of the mechanisms of action of benzimidazole derivatives on cancer cells, providing a critical perspective on the current evidence. All studies examined investigate the anti-cancer effect of the benzimidazole

core through cell death, cell cycle interventions, and signal transduction via different biological targets.

The first study reviewed (Błaszczak-Świątkiewicz et al., 2016) reported that benzimidazole derivatives can inhibit the S phase (DNA synthesis phase) of the tumour cell cycle, particularly under hypoxic conditions. All benzimidazole derivatives tested in the study halt replication in the S phase due to their effects on the cell cycle. With these properties, they effectively induce cells to undergo controlled death. At the same time, they also inhibit topoisomerase I activity more strongly, thereby promoting damage to the genetic material of tumour cells.

The second study concerns the synthesis of benzimidazole-chalcone conjugates, published in 2019, which could lead to the development of potent anti-cancer agents. These conjugates act on cancer cells by directly halting cell cycle progression. Thus, it has been confirmed that these derivatives possess significant potential as anti-cancer drugs. It is emphasised that the structure-activity relationships (SAR) of the derivatives obtained by hybridising benzimidazole-based drugs with chalcones support the maintenance and development of efficacy (Hsieh et al., 2019).

The next study, published in 2020, examined the antitumour effects of benzimidazole anthelmintics, inhibiting cell viability, migration and invasion, reducing colony formation, disrupting tubulin polymerisation, inducing apoptosis and autophagy, arresting the G2/M cell cycle, inducing differentiation and senescence, reducing angiogenesis, inhibiting drug resistance and transporters, and disrupting glucose utilisation. Benzimidazole anthelmintics disrupt tubulin polymerisation in cancer cells (which is lethal in rapidly dividing cells such as cancer cells), leading to multinucleation and mitotic catastrophe in cancer cells. They induce autophagy by increasing autophagic proteins such as microtubule-associated protein 1 light chain 3 (LC3) and Beclin-1, and impair glucose utilisation by reducing glucose transporter (GLUT)-1, ATP production, hypoxia-induced glycolysis, GLUT-4, and hexokinase II. Consequently, benzimidazole anthelmintics have been shown to inhibit cell viability in various cancer cell lines and have emerged as a promising drug (Son et al., 2020).

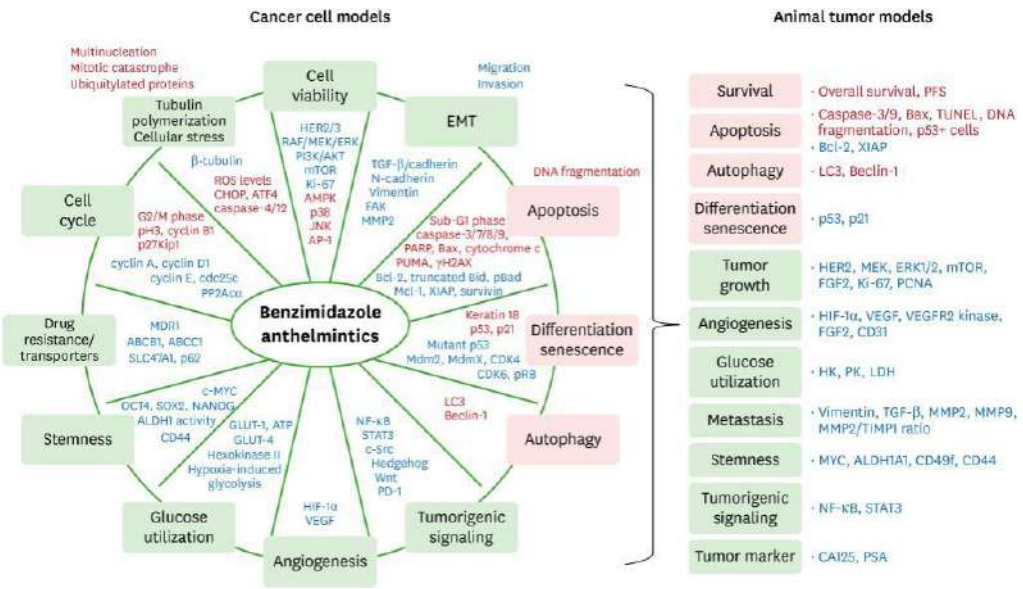


Fig.3. Summarized schemes for the antitumorigenicity of benzimidazole anthelmintics in cancer. Light green boxes, inhibited biological aspects; pink boxes, induced biological aspects; red letters, upregulated signalings and reactions; blue letters, downregulated signalings and reactions (Son et al., 2020).

A 2021 study revealed that benzimidazole derivatives have multiple biological targets. The inhibition of kinases such as TGM2, CDK9, SK1, and p38 MAPK, along with the effects on apoptosis-related proteins such as p53, caspases, and Bax. This leads to apoptosis and cell cycle arrest by inhibiting vascularisation processes via receptor tyrosine kinases such as EGFR, VEGFR, and PDGFR in benzimidazole-quinolinone derivatives. Furthermore, imidazole derivatives are reported to exhibit antiproliferative effects through increased ROS, decreased mitochondrial potential, and microtubule disorganisation. It is noted that the addition of aromatic rings to the molecular structure and changes in functional groups increase potency, and potential aspects against multidrug resistance have been emphasised (Kwamla Amewu et al., 2021).

The 2022 study examines the potential of benzimidazole-based anthelmintic compounds in cancer treatment and summarises the clinical data of numerous derivatives. It has been demonstrated that the anti-cancer activities of benzimidazole derivatives can be attributed to underlying mechanisms such as disruption of microtubule polymerisation, induction of apoptosis, inhibition of angiogenesis, metastasis, etc. The anti-cancer mechanisms of benzimidazoles are illustrated in Figure 4 (Song et al., 2022).

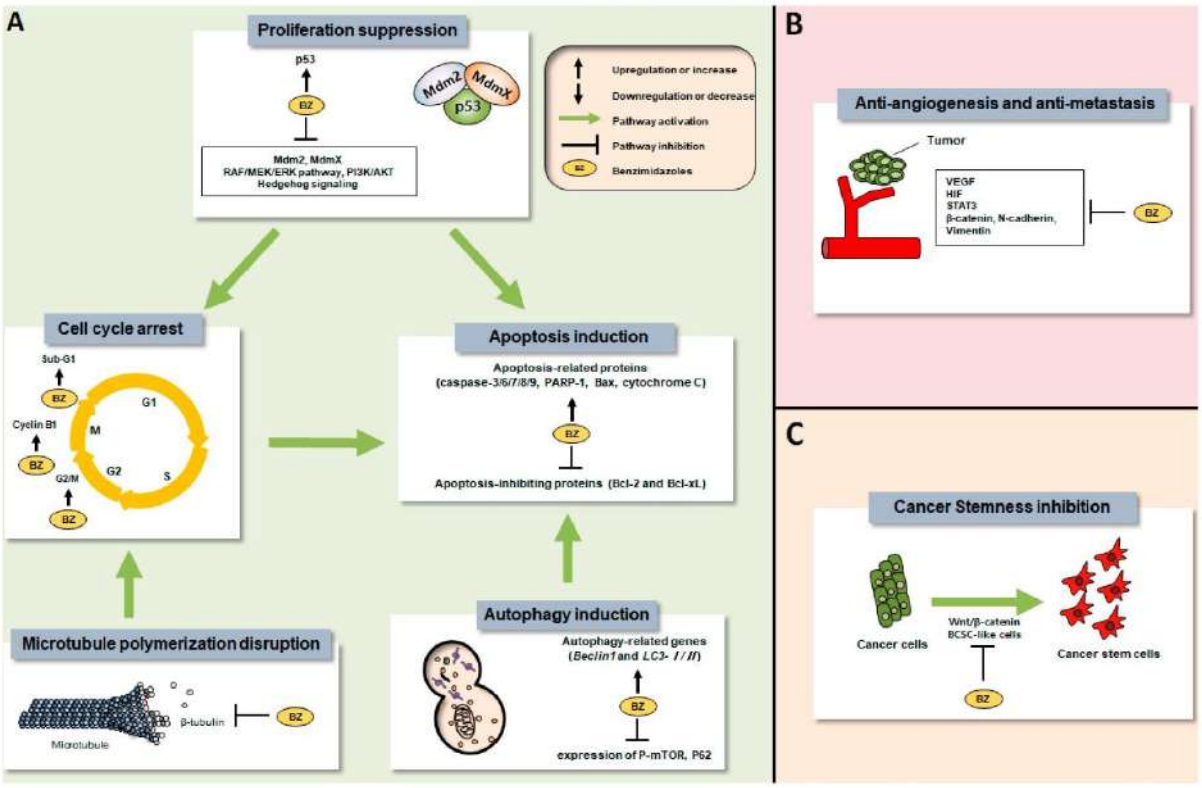


Fig.4. Schematic diagram of anti-cancer mechanisms of benzimidazoles.
(A) Effects of benzimidazoles on cancer cell death.
(B) Anti-angiogenic and anti-metastatic effects of benzimidazoles.
(C) Inhibitory effects of benzimidazoles on cancer stemness (Song et al., 2022).

In 2023, one of two studies demonstrated that new benzimidazole-based compounds stood out for their VEGFR-2 inhibition and effects on the cell cycle. It has been reported that Schiff (C=N-) based benzimidazole hybrids exhibit a wide range of activity in terms of in vitro anticancer efficacy and demonstrate potency through VEGFR-2 inhibition. Cell cycle analyses showed that they induced cell cycle arrest in both the G1 and S phases, while also strongly inducing apoptosis and showing a marked increase in caspase-9 activity. Molecular docking

results supported VEGFR-2 binding, reinforcing the potential role of these derivatives in targeted therapy (Abd El-Lateef et al., 2023).

Another study conducted this year reported that benzimidazole and its derivatives play important roles as topoisomerase inhibitors, DNA intercalating and alkylating agents, androgen receptor antagonists, poly(ADP-ribose) polymerase (PARP) inhibitors, protein kinase inhibitors, dihydrofolate reductase inhibitors, and microtubule inhibitors. Benzimidazole derivatives have also been reported to act as promising anticancer agents with proven epigenetic regulatory activities. However, challenges such as toxicity, drug resistance, and bioavailability have also been highlighted; therefore, it has been stated that research should continue on the reuse of existing benzimidazole candidates and the deepening of molecular mechanisms (Lee et al., 2023).

As a result of this literature review, the mechanisms of action of benzimidazole derivatives against cancer cell lines can be classified as molecular effects, target-specific effects, and epigenetic modulator effects.

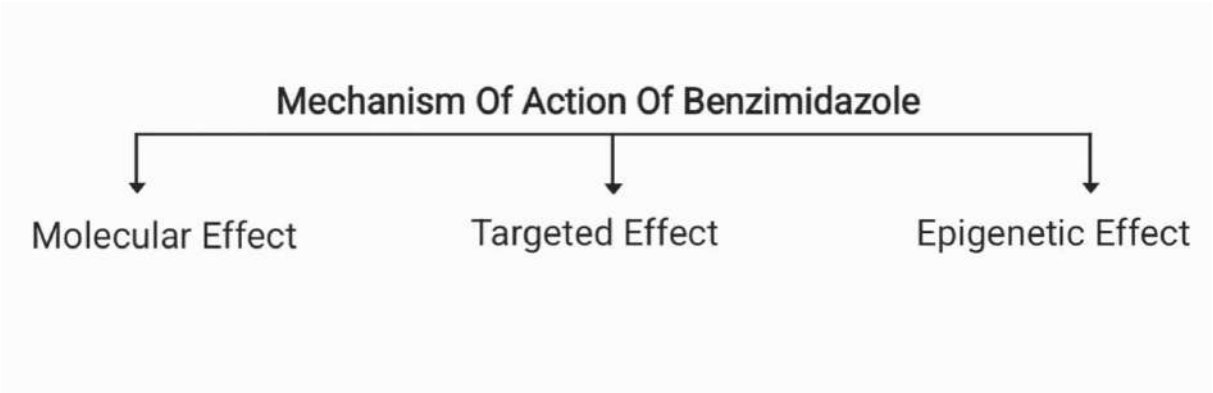


Fig.5. Classification of the mechanism of action of benzimidazole

Molecular effect mechanisms are mechanisms that directly affect fundamental intracellular processes. These include topoisomerase inhibitors, DNA intercalation and alkylating agents, microtubule inhibitors, increased reactif oxygen species and apoptosis induction.

Targeted effect mechanisms are mechanism that indirectly suppress tumor development by inhibiting specific protein targets (enzymes, receptors, kinases, etc.). These include kinase inhibitors, poly(ADP-ribose) polymerase-1 (PARP-1) inhibitors, androgen receptor (AR) antagonists, aromatase inhibitors, dihydrofolate reductase (DHFR) inhibitors, carbonic anhydrase inhibitors, vascular endothelial growth factor receptor-2 (VEGFR-2) inhibitors.

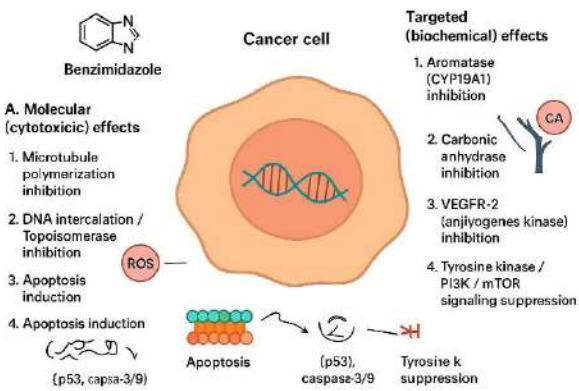


Fig.6. Molecular and targeted effects of benzimidazole on cancer cells.

Epigenetic modulator effects arise from the interaction of benzimidazole derivatives with various epigenetic targets such as DNA methyltransferases, histone deacetylases, and histone methyltransferases.

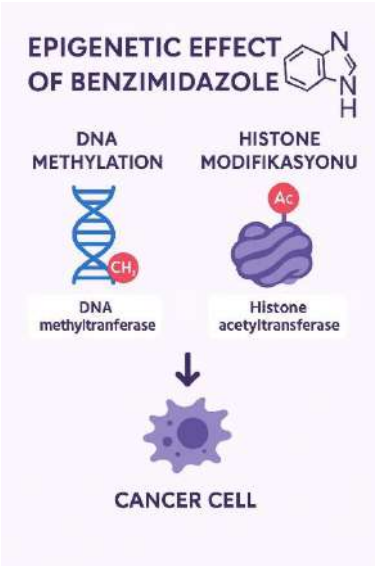


Fig.7. Epigenetic effect of benzimidazole on cancer cells.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

With its unique structure exhibiting a broad spectrum of bioactivity, the benzimidazole core can mimic naturally occurring nucleotides to disrupt biological processes in cancer and thus simultaneously target multiple cellular processes at any given time. Benzimidazole molecules are promising compounds in anticancer studies due to their targeted or epigenetic effect mechanisms (Lee et al., 2023).

Benzimidazole derivatives have the potential to simultaneously affect multiple cellular targets. This can reduce drug resistance and side effect risks compared to classical chemotherapies. In particular, tubulin inhibition, cell cycle arrest, and apoptosis are among the best-validated anticancer mechanisms of benzimidazole compounds. However, more complex, multi-targeted effects such as DNA damage, enzyme inhibition, anti-angiogenesis, and epigenetic modulation also hold significant potential. The selectivity and efficacy of these molecules can be optimised through structural modification (substitution, metal complexation, hybrid compounds, etc.).

REFERENCES

Alzhrani ZMM, Alam MM, Nazreen S. Recent Advancements on Benzimidazole: A Versatile Scaffold in Medicinal Chemistry. Mini Rev Med Chem. 2022;22(2):365-386. Doi: 10.2174/1389557521666210331163810. PMID: 33797365.

Işık, A., Acar Çevik, U., Karayel, A., Ahmad, I., Patel, H., Çelik, İ., Gül, Ü. D., Bayazıt, G., Bostancı, H. E., Koçak, A., Özkay, Y., & Kaplancıklı, Z. A. (2024). Synthesis, DFT Calculations, In Silico Studies, and Antimicrobial Evaluation of Benzimidazole-Thiadiazole Derivatives. ACS Omega, 9(16), 18469–18479. https://doi.org/10.1021/acsomega.4c00543

Khokra, S. L.; Choudhary, D. Benzimidazole an important scaffold in drug discovery. Asian J. Biochem. Pharma. Res. 2011, 3 (1), 476−486.

Huynh, T. K. C.; Nguyen, T. H. A.; Nguyen, T. C. T.; Hoang, T. K. D. Synthesis and insight into the structure−activity relationships of 2-phenylbenzimidazoles as prospective anticancer agents. RSC Adv. 2020, 10 (35), 20543−20551.

Işık, A., Acar Çevik, U., Çelik, İ., Bostancı, H. E., Karayel, A., Gündoğdu, G., İnce, U., Koçak, A., Özkay, Y., & Kaplancıklı, Z. A. (2022). Benzimidazole-hydrazone derivatives: Synthesis, in vitro anticancer, antimicrobial, antioxidant activities, in silico DFT and ADMET studies. Journal of Molecular Structure, 1270, 133946. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.133946

Vázquez-Jiménez LK, Juárez-Saldivar A, Chan-Bacab MJ, Delgado-Maldonado T, González-Morales LD, Palos I, Ortiz-Pérez E, Lara-Ramírez EE, Ramírez-Moreno E, Rivera G. Virtual Screening of Benzimidazole Derivatives as Potential Triose Phosphate Isomerase Inhibitors with Biological Activity against Leishmania mexicana. Pharmaceuticals (Basel). 2023 Mar 3;16(3):390. Doi: 10.3390/ph16030390. PMID: 36986489; PMCID: PMC10058926.

Błaszczak-Świątkiewicz K, Sikora J, Szymański J, Danilewicz M, Mikiciuk-Olasik E. Biological evaluation of the toxicity and the cell cycle interruption by some benzimidazole derivatives. Tumour Biol. 2016 Aug;37(8):11135-45. Doi: 10.1007/s13277-016-4828-1. Epub 2016 Mar 1. Erratum in: Tumour Biol. 2016 Jun;37(6):8467-8468. Doi: 10.1007/s13277-016-5034-x. PMID: 26932526; PMCID: PMC4999476.

Lee YT, Tan YJ, Oon CE. Benzimidazole and its derivatives as cancer therapeutics: The potential role from traditional to precision medicine. Acta Pharm Sin B. 2023 Feb;13(2):478-497. Doi: 10.1016/j.apsb.2022.09.010. Epub 2022 Sep 21. PMID: 36873180; PMCID: PMC9978992.

Wagih, N., Abdel-Rahman, I. M., El-Koussi, N. A., & Abuo-Rahma, G. E. A. (2025). Anticancer benzimidazole derivatives as inhibitors of epigenetic targets: a review article. RSC Advances, 15, 966-1010. https://doi.org/10.1039/D4RA05014B

Son, D.-S., Lee, E.-S., & Adunyah, S. E. (2020). The Antitumor Potentials of Benzimidazole Anthelmintics as Repurposing Drugs. Immune Network, 20(4), e29. https://doi.org/10.4110/in.2020.20.e29

Amewu, R. K., Sakyi, P. O., Osei-Safo, D., & Addae-Mensah, I. (2021). Synthetic and Naturally Occurring Heterocyclic Anticancer Compounds with Multiple Biological Targets. Molecules, 26(23), 7134. https://doi.org/10.3390/molecules26237134

Abd El-Lateef, H. M., Tantawy, A. H., Soliman, K. A., Eid, S., & Abo-Riya, M. A. (2023). Design, synthesis, docking study, and antiproliferative evaluation of novel Schiff base–benzimidazole hybrids with VEGFR-2 inhibitory activity. Molecules, 28(2), 481. https://doi.org/10.3390/molecules28020481

Hsieh, C.-Y., Ko, P.-W., Chang, Y.-J., Kapoor, M., Liang, Y.-C., Chu, H.-L., Lin, H.-H., Horng, J.-C., & Hsu, M.-H. (2019). Design and Synthesis of Benzimidazole-Chalcone Derivatives as Potential Anticancer Agents. Molecules, 24(18), 3259. https://doi.org/10.3390/molecules24183259

Song, B., Park, E. Y., Kim, K. J., & Ki, S. H. (2022). Repurposing of Benzimidazole Anthelmintic Drugs as Cancer Therapeutics. Cancers, 14(19), 4601. https://doi.org/10.3390/cancers14194601

BİR GÜNLÜK BUZAĞIDA VULVA DEFORMİTESİ İLE ATRESİA ANİ OLGUSU

A CASE of ATRESIA ANI WITH VULVA DEFORMITY in A ONE-DAY-OLD CALF

Elif DOĞAN

Prof. Dr., Kastamonu Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Abd, Kastamonu

Candemir ÖZCAN

Dr. Öğr. Üyesi, Kastamonu Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Abd, Kastamonu

Ayşe Başak DELLALBAŞI

Dr. Öğr. Üyesi, Kastamonu Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Abd, Kastamonu

Tarık ŞAFAK

Dr. Öğr. Üyesi, Kastamonu Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Abd, Kastamonu

Berrak Işık SOYTÜRK

Kastamonu Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Abd, Kastamonu

ÖZET

Bu olgu raporunda, bir buzağıda atresia ani ve vulva deformitesi kombinasyonu sunulmuştur. Kastamonu Üniversitesi Büyük Hayvan Kliniği'ne dışkı yapamama şikâyetiyle getirilen bir günlük buzağının klinik muayenesinde anal açıklığın bulunmadığı, kuyruk altı bölgede şişkinlik ve ventral bölgede tüberkül benzeri yapılar bulunduğu gözlenmiştir. Orifisyum üretra eksternadan idrar çıkışı mevcut olup vulvada belirgin bir malformasyon tespit edilmiştir. Radyografik inceleme sonucunda rektumun anüsün olması gereken bölgeye yakın sonlandığı belirlenmiştir. Genel anestezi altında anal bölgede yapılan ensizyonla pelvik boşluğun tabanında kör olarak sonlanmış rektuma ulaşılmıştır. Rektum çevre dokulardan separe edilerek ensizyon hattına yaklaştırılmış ve tespit dikişleri ile tutturulmuştur. Daha sonra rektum oluşturulan anal açıklığa çepeçevre dikilmiştir. Son olarak rektuma yapılan ensizyonla gaz ve mekonyum dışarı alınmıştır. Operasyon sonrası buzağının günlük süt miktarı öğünlere bölünerek verilmesi tavsiye edilmiştir. Az miktarda öğünler halinde süt verilmesi ile barsakların yük altına girmeden çalışması teşvik edilmiştir. Operasyonun birinci haftasında telefonla yapılan görüşmede normal dışkılama fonksiyonuna kavuştuğu ve yara hattında anormallik olmadığı bilgisi alınmıştır. Operasyonla birlikte sonrasındaki dönemde yapılan kontrollü besleme ile buzağının komplikasyonsuz iyileştiği gözlenmiştir. Atresia ani olgularının erken tanı ve cerrahi müdahale ile başarılı şekilde tedavi edilebileceği, eşlik eden genital anomalilerde ise fonksiyonel iyileşmenin öncelikli hedef olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu tür konjenital anomalilerde, hayvanın damızlık olarak kullanılmaması gerektiği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atresia ani, vulva anomalisi, buzağı, konjenital anomali, cerrahi tedavi

ABSTRACT

This case report describes a combination of atresia ani and vulvar deformity in a newborn calf. A one-day-old calf was admitted to Kastamonu University Large Animal Clinic with a history of inability to defecate. Clinical examination revealed the absence of an anal opening, perineal

swelling, and tubercle-like structures in the ventral perineal area. Urine flow was observed from the external urethral orifice, indicating the presence of a vulvar malformation. Radiographic evaluation showed that the rectum ended near the expected anal region. Under general anesthesia, an incision was made in the anal region to reach the blind-ended rectum at the base of the pelvic cavity. The rectum was separated from the surrounding tissues, brought close to the incision line, and secured with fixation sutures. The rectum was then sutured circumferentially to the created anal opening. Finally, gas and meconium were evacuated through the incision made in the rectum. It is recommended that the calf's daily milk intake be divided into meals after the operation. Feeding small amounts of milk in meals encourages the intestines to function without being overloaded. During a telephone conversation in the first week after the operation, it was reported that the calf had regained normal bowel function and that there were no abnormalities in the wound line. Following the operation, controlled feeding during the subsequent period resulted in the calf's complication-free recovery. It has been concluded that cases of anal atresia can be successfully treated with early diagnosis and surgical intervention, and that functional improvement should be the primary goal in cases of accompanying genital anomalies. Furthermore, it has been emphasized that animals with such congenital anomalies should not be used for breeding.

Keywords: Atresia ani, vulvar deformity, calf, congenital anomaly, surgical treatment

GİRİŞ

Embriyonik veya fetal gelişim sırasında oluşan yapısal veya fonksiyonel bozukluklar konjenital anomali olarak isimlendirilmektedir (Su ve ark. 2023). Ruminantlarda ortaya çıkan konjenital anomaliler genetik ve çevresel etkilerin altında görülmektedir. Çevresel etkiler arasında beslenme yetersizlikleri, enfeksiyöz ajanlar, döllenme tekniği, teratojenler, stres faktörleri ve gebeliğin erken döneminde yapılan rektal palpasyon sayılabilmektedir (Newman ve ark. 1999, Meylan 2008). 3-8 hafta olarak belirlenen embriyogenez döneminde embriyo anormal büyümeye karşı savunmasızdır ve bu dönem içinde bir çok organın oluşumu tamamlanmıştır. Bu yüzden embriyogenez döneminde oluşan yapısal değişiklikler anomali olarak karşımıza çıkmaktadır (Sinowatz 2010). Konjenital anomaliler cerrahi hastalıkların %11.5'ini oluşturmakla birlikte tedavi protokollerinin uygulanamadığı hastaların da dahil edilmesiyle bu oran artmaktadır (Karasu ve ark, 2024). En fazla kas-iskelet sisteminde kusurlar görülürken bunu gastrointestinal sistem, genitoüriner sistem, göz ve diğer organ sistemleri izlemektedir (Aksoy ve ark. 2006). Gastro intestinal sistem kusurları arasında en sık atresia ani olgusu raporlanmıştır (Radjendran ve ark. 2023). Atresia nai anal açıklığın gelişmemesi olarak tanımlanır. Yeni doğan hayvanlarda hemen farkedilen bu anomali en sık erkek buzağılarda ve domuzlarda olduğu bildirilmiştir (Merei, 2001). Genital organların anormal gelişimi ise uzun zamandır bilinmekte ve özellikle domuzlarda tanımlanmaktadır (Veitia et al., 2001). Vulva anomalileri ise daha nadir görülmektedir. Kloakal kıvrımların anal ve ürogenital kıvrımlara farklılaşması hem anüsün hem de vajinanın malformasyonuna neden olmaktadır (Krishna ve ark., 2009, Noden ve deLahunta ve ark., 1985). Bu çalışma bir buzağıda deforme vulva ile birlikte atresia ani olgusunu ve cerrahi tedavisini bildirmektedir.

OLGU SUNUMU-MATERYAL METOT

Kastamonu Üniversitesi Büyük Hayvan Kliniği'ne bir günlük buzağı dışkı yapamama öyküsüyle getirildi. Buzağının genel durumu iyi ve oldukça aktifti. Klinik muayenede anal açıklığın olmadığı, tenesmus, kuyruk altı bölgede tenesmusa bağlı şişkinlik ve idrar çıkışının olduğu görüldü. Ancak normal vulva dudaklarının olması gereken yerde, ventral ve dorsal tarafta tüberkül benzeri yapılar görüldü. Bu yapıların lateralinde epidermisin gelişmediği açık

yara görüntüsü bulunmaktaydı (Şekil 1). Tüberkül benzeri yapıların arasında belirlenen Orifisyum üretra eksternadan idrar akışının olduğu görüldü (Şekil 1 ve 2). Abdominal lateral pozisyonda alınan radyografi ile rektumun anüsün olması gereken bölgeye yakın bir şekilde konumlandığı belirlendi. Perineal bölge aseptik cerrahi için hazırlandı ve buzağı ksilazin-ketamin anestezisine alındı (0,1 mg/kg Ksilazin Hidroklorür ve 4 mg/kg Ketamin Hidroklorür, %10 Control-İstanbul, Türkiye; Keta-Control İstanbul,Türkiye) Genel anestezi altında buzağı sternal pozisyonda yatırıldı ve anüsün bulunması gereken yeri belirlemek için abdominal bölgeye iki yönlü bası uygulandı. Kuyruk altında şişkinlik gösteren bölgeye anüs oluşturmak için eliptik ensizyon yapıldı. Deri altı dokular küt diseksiyonla ayrılarak, açıklık tabanında kör kese şeklinde sonlanan rektuma ulaşıldı. Rektum kuyruk altı bölgeye nazikçe çekildikten sonra önce dört noktadan tespit dikişleri ile deriye sabitlendi. Daha sonra rektum ensizyonu yapılarak dışkı çıkışını engellemek için gazlı bez tamponu yerleştirildi. Tespit dikişlerinin aralarından rektum tüm katmanlardan geçecek şekilde deriye basit ayrı dikişlerle tutturuldu ve dışkı çıkışını sağlamak için tampon çıkarıldı (Şekil 2). Postoperatif dönemde buzağının rahat bir şekilde dışkıladığı ve klinik iyileşme döneminde olduğu belirlendi.

Şekil 1: Kuyruk altında anüsün yokluğu ve tüberkül benzeri oluşumların arasında bulunan orifisyum üretra eksternadan idrar çıkışı görülmektedir.

Şekil 2: Olgunun postoperatif görüntüsü. Operasyonla oluşturulan anüs ve mevcut orifisyum üretra eksterna net bir şekilde görülmektedir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sindirim sitemine ait konjenital anomaliler her türde görülebilmektedir. Tek bir anatomik yapının yokluğu tüm sistemleri etkileyebilir ve sendromlar şeklinde seyredebilir (Leipold ve ark. 1991). Bu raporda sunduğumuz olguda anüs yokluğu ve rektumun kör kese şeklinde sonlandığı tespit edildi. Samad 2021 yılında yayınladığı makalesinde buzağılardaki 1746 anomali olgusunun %56,25'inin atresia ani olduğunu raporlamıştır. Krishna ve ark. (2009), atrezia ani veya atrezia rekti vakaları kromozomal anormalliğe bağlanmıştır ve imperfore anüsün kloakal membranın anal kısmının tutulmasından kaynaklandığı raporlanmıştır. Sunulan vakada sadece klinik ve radyolojik belirtilerle tanı konmuş ve cerrahi yapılmıştır. Ancak etiyolojisinde referans verilen çalışmada belirtildiği gibi olduğunu düşünüyoruz.

Atrezia ani olgularının klinik belirtileri arasında iştahsızlık ve karın şişkinliği de bulunmaktadır (Surthar ve ark., 2010), ancak bu vakada buzağının bir günlük olması nedeniyle belirgin bir iştahsızlık ve karın şişkinliği görülmedi. Hastanın genel durumu kötüleşmeden acil olarak olarak müdahale edilmesi postoperatif dönemde iyileşmeyi hızlandırıp komplikasyonların önüne geçilmesini sağlamaktadır. Bu yüzden olgumuzda herhangi bir komplikasyon yaşanmadı.

Ürogenital kıvrımlar vulvanın labiasını oluştururken, ürogenital sinüs ürogenital açıklığı oluşturmak üzere açılmaktadır (Krishna ve ark., 2009). Olgumuzun vulva bölgesinde tüberkül benzeri yapılar dikkat çekmektedir. Normal vulva şeklinde olmamasına rağmen orifisyum üretra eksternanın bulunması ve buradan idrar çıkışının olması nedeniyle bölgeye cerrahi müdahale yapılmadı. Sadece anüs oluşturularak dışkı çıkışı sağlandı. Hastada kozmetik kusurlar ihmal edilerek fonksiyonel iyileşme için müdahale yapılmıştır.

SONUÇ

Vulva anomalileri ile birlikte atresia ani et rekti nadir de olsa buzağılarda birlikte görülebilmektedir. Cerrahi tedavi kozmetik kusurlar ihmal edilerek fonksiyonel iyileşmeyi sağlamalıdır ve rektal -üretral açıklığın sağlanması hedeflenmelidir. Her ne kadar buzağı damızlıkta kullanılamaz olsa da idrar çıkışının olması hayatını devam ettirmesine yetecektir. Olgular konjenital olduğu için tedavi sonrasında hayvan sahiplerine zaten damızlıkta kullanılmaması yönünde bilgilendirme yapılmalıdır.

REFERENCES

Krishna NVV, Hari P, Deri V, Raw CM (2009). Agenesis of vulva and terminal urethra with atresia ani et recti in a buffalo calf. Buffalo Bulleting, 28: 165-167

Noden DM, deLahunta A (1985). The embryology of domestic animals, William and Wilkins Co., Baltimore, USA; pp 305, 318-319.

Veitia, R.A., Salas-Cortes, L., Ottolenghi, C., Pailhoux, E., Cotinot, C., Fellous, M., 2001. Testis determination in mammals: more questions than answers. Mol. Cell. Endocrinol. 179 (1/2), 3–16.

Aksoy Ö, Kılıç E, Öztürk S et al. (2006). Congenital anomalies encountered in calves, lambs and kids 1996-2005 (262 cases). Kafkas Univ Vet Fak Derg, 12 (2), 147-154.

Radjendran A, Roshini ST, Gurunathan N et al. (2023). Incidence of Congenital Abnormalities in Newborn Crossbred Calves. Ind J Vet Sci and Biotech, 19 (6), 69-74.

Karasu A, Kayıkcı C, Kuşcu Y. Retrospective Review of Congenital Anomaly Cases in Ruminants. Van Vet J, 2024, 35 (2) 125-131

Merei J, BatihaA and Hani IB. Renal anomalies in the VATER animals. J. Pediatr. Surg. 2001; 36 (11):1693-1697.

Su J, Gao S, Yan R et al. (2023). Is the tradeoff between folic acid or/and multivitamin supplementation against birth defects in early pregnancy reconsidered? evidence based on a Chinese birth cohort study. Nutrients, 15 (2), 279.

Newman SJ, Bailey TL, Jones JC, DiGrassie WA, Whittier WD (1999). Multiple congenital anomalies in a calf. JVDI, 11 (4), 368-371.

Meylan M (2008). Surgery of the bovine large intestine. Vet Clin North Am Food Anim Pract, 24 (3), 479-496

Sinowatz F (2010). Teratology. Hyttel P, Sinowatz F, Vejlsted M, Betteridge K (Eds). Essentials of Domestic Animal Embryology (pp. 339-382). Saunders Elsevier, America.

Samad MA (2021). Systematic review of congenital anomalies in calves and kids reported during the period from 1975 to 2021 in Bangladesh. *JVMOHR*, 3 (2), 129-153.

Leipold HW, Steffen DJ, Woollen N, Hiraga T, Dennis SM (1991). Congenital Defects of Current Concern in Beef Cattle. In: Proceedings of the Twenty-Fourth Annual Conference. American Association of Bovine Practitioners, Orlando, Florida.

Surthar DN, Chandhary SR, Patel PB, Mistry JN, Patel JB, Nerurkar SS (2010). Surgical management of atresia ani in a cow calf, Veterinary World, 3: 380-381.

Krishna NVV, Hari P, Deri V, Raw CM (2009). Agenesis of vulva and terminal urethra with atresia ani et recti in a buffalo calf. Buffalo Bulleting, 28: 165-167.

DİJİTAL SAĞLIK OKURYAZARLIĞI VE DİJİTAL SAĞLIK HİZMETLERİ KULLANIM DAVRANIŞLARI ÜZERİNE BİR KEŞİFSEL ARAŞTIRMA

AN EXPLORATIVE STUDY ON DIGITAL HEALTH LITERACY AND DIGITAL HEALTH SERVICES USAGE BEHAVIORS

Emel Yılmaz, Sakarya Training and Research Hospital

Remzi Altunışık, Sakarya University, Faculty of Business

Özet

Dijitalleşme, getirdiği yenilikler ve sağladığı kolaylıklar sebebiyle, iş dünyasından sosyal yaşama her alanda hızlı bir şekilde yayılmaya devam etmektedir. Sağlık sektörü de dijitalleşmenin etkisiyle önemli bir dönüşüm geçirmektedir. Geçmişte yalnızca yüz yüze sunulan birçok sağlık hizmeti günümüzde dijital ortamda erişilebilir hale gelmiş ve bu durum hem hastalar için ciddi bir erişim kolaylığı yaratmış hem de sağlık hizmetlerine erişim maliyetlerinde belirgin avantajlar sağlamaktadır. Bu gelişme, bireylerin sağlık hizmetlerine yönelik algılarında önemli değişimlere yol açarken hizmet beklentilerinde de dikkat çekici bir artışa yol açmıştır. Artık günümüzde e-Nabız, MHRS, SABİM gibi sağlık bağlamında hayatımıza giren birçok dijitalleşme uygulamaları bulunmaktadır. Sağladığı kolaylıklara rağmen ülkemizde dijital sağlık hizmetlerinin kullanımında arzulanan düzeyin gerisinde olunduğu ve dijital sağlık hizmetlerinin benimsenmesinde çeşitli engellerin olduğu açıktır. Bu soruna çözüm getirme bağlamında atılacak adımların belirlenmesi amacıyla, bu çalışmada, insanların Dijital Sağlık Okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi ve mevcut dijital sağlık hizmetlerinin kullanımına ilişkin sergiledikleri davranışlar incelenerek olası çözüm alternatifleri konusunda katkı sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla, kolayda örneklem yöntemiyle gönüllülük esasına göre seçilmiş 213 katılımcı üzerinde bir anket çalışması yürütülmüştür. Anket içeriğinde demografik bilgiler yanında kişilerin sağlık hizmetlerine ilişkin bilgi arama, randevu alma, laboratuvar sonuçları ve görüntüleme sonuçlarına erişim tercihleri ve sisteminin kullanımına ilişkin bilgiler toplanmıştır. Analiz bulguları, insanların dijital sağlık okuryazarlığı bağlamında daha kat etmeleri gereken mesafenin olduğu ve bunun da başlıca nedenleri arasında dijital dünyaya adaptasyon sorunları, teknoloji okuryazarlığı bağlamındaki eksiklikler ile sisteme yönelik korkular ve dijital platformlardaki yanlış yönlendirmelerin etkili olduğu yönünden işaretler sergilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital Sağlık Sistemleri, Dijital Sağlık Okuryazarlığı, Yapay Zeka, Sağlık Bilişimi, Sağlık Bilgisi Arama Davranışı

Abstract

Digitalization, thanks to the innovations and conveniences it offers, continues to rapidly spread across all areas of life, from the business world to social life. The healthcare sector is also experiencing the impact of digitalization. Many healthcare services that were previously offered only face-to-face are now accessible in digital formats, providing not only substantial ease of access for patients but also significant advantages in terms of healthcare service costs. This development has led to notable changes in individuals perceptions of healthcare services and a marked increase in their expectations. Numerous digitalization applications in healthcare system, such as e-Pulse, MHRS, SABİM are now part of our lives within the

healthcare context. Despite provided advantages, it is clear that the use of digital healthcare services in Turkey falls short of the desired level and that adoption of these services is challenging. To determine the steps to be taken to address this problem, this study aims to contribute to potential solution alternatives by determining people's Digital Health Literacy levels and examining their behaviors regarding the use of existing digital healthcare services. To this end, a survey was conducted with 213 volunteer participants selected using a convenience sampling method. The survey collected demographic information, as well as information on individuals' preferences for seeking healthcare information, scheduling appointments, accessing laboratory and imaging results, and system usage. The analysis findings indicate that people still have a long way to go in terms of digital health literacy, primarily due to difficulties adapting to the digital world, technological literacy gaps, fears about the system, and misleading information on digital platforms.

Keywords: Digital Health Systems, Digital Health Literacy, Artificial Intelligence, Health Informatics, Health Information Seeking Behavior

GİRİŞ

Dijitalleşmenin etkisiyle küresel sağlık sistemlerinde köklü bir dönüşüm başlamış olup, sağlık hizmetlerinin sunum biçimi önemli ölçüde değişmiştir. Elektronik sağlık kayıtları, uzaktan sağlık hizmetleri (tele-sağlık), mobil sağlık uygulamaları (m-sağlık) ve dijital hasta portalları gibi teknolojik gelişmeler, sağlık hizmetlerinin etkinliğini artırmakta ve hasta odaklı yaklaşımları desteklemektedir (Norman ve Skinner, 2006). Bu dijital sistemler sayesinde bireyler, randevu oluşturma, laboratuvar sonuçlarını görüntüleme, reçete takibi ve hekimle dijital iletişim gibi birçok işlemi kolaylıkla gerçekleştirebilmektedir. Bu süreçte bireylerin dijital platformları etkin ve bilinçli bir şekilde kullanma kapasitesi, yani dijital sağlık okuryazarlığı (DSOY), bireylerin dijital sağlık hizmetlerinden yararlanma deneyimini şekillendirebilen bir değişken olarak ele alınmaktadır (Nakas, 2020).

Dijital okuryazarlık, bireylerin bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak bilgi bulma, değerlendirme, üretme ve iletişim kurma becerisini içeren, bilişsel ve teknik yetkinlikleri kapsayan bir çerçeve olarak tanımlanmaktadır (American Library Association, 2017; Van Kessel ve ark., 2022). Dijital dönüşümün etkisiyle, bu tanım giderek genişlemekte ve dijital okuryazarlık, modern toplumda anlamlı bir şekilde yer alabilmek için temel bir gereklilik olarak kabul edilmektedir (Sieck ve ark., 2021; Scheerder, van Deursen ve van Dijk, 2017). Sağlık okuryazarlığı ise bireylerin sağlık bilgilerini edinme, okuma, anlama ve sağlıkla ilgili karar verme süreçlerinde bu bilgileri uygun şekilde kullanma yeterliğini ifade etmektedir (Sorensen ve ark., 2015). Günümüzde sağlıkla ilgili bilgilerin büyük ölçüde çevrim içi platformlardan sağlanması nedeniyle sağlık okuryazarlığı dijital bağlamda daha da önemli bir beceri haline gelmiştir (Lwin ve ark., 2020). Bu nedenle dijital sağlık okuryazarlığı, özünde dijital okuryazarlık ile sağlık okuryazarlığının kesişim noktasında yer alan bir yapı olarak değerlendirilmektedir (Honeyman ve ark., 2020). Nitekim Van Kessel ve arkadaşları (2022), dijital sağlık okuryazarlığını sağlık sonuçlarını etkileyen daha geniş kapsamlı bir "süper belirleyici" olduğunu vurgulamaktadır.

Türkiye'de yaygın olarak kullanılan e-Nabız ve Merkezi Hekim Randevu Sistemi (MHRS) gibi dijital sağlık hizmetlerinin etkin kullanımında, bireylerin dijital sağlık okuryazarlığı düzeyinin önemli bir rol oynadığı literatürde belirtilmektedir (Gümüş ve Çetin, 2022).

Bu çalışmada dijital sağlık okuryazarlığı, bireylerin çevrim içi ortamlarda sağlık bilgilerini bulma, anlama, değerlendirme ve uygulama becerilerini içeren bütüncül bir yapı olarak ele alınmıştır. Araştırmanın amacı, Türkiye'de kamu sağlık hizmetlerinden yararlanan bireylerin, dijital sağlık okuryazarlığı düzeylerini ve dijital sağlık hizmetlerini kullanım pratiklerini incelemektir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Araştırma, dijital sağlık okuryazarlığı ile dijital sağlık hizmeti kullanımına ilişkin temel örneklem özelliklerini ortaya koymak amacıyla betimleyici araştırma deseni kapsamında yürütülmüştür. Veriler, Eylül–Kasım 2025 döneminde kamu sağlık kurumlarından hizmet alan bireylerden çevrim içi anket yoluyla toplanmıştır. Örneklem, kolayda örnekleme yöntemiyle seçilen 213 katılımcıdan oluşmaktadır.

Anket formu üç bölümden oluşmaktadır: Birinci bölümde sosyodemografik bilgilere yer verilmiş olup ikinci bölümde bireylerin internet temelli sağlık bilgilerine erişim ve kullanım yeterliklerini değerlendirmek üzere Norman ve Skinner (2006) tarafından geliştirilen 8 maddelik e-Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği (eHEALS) kullanılmıştır. Üçüncü bölümde ise e-Nabız, MHRS, hastane web sistemleri ve SABİM gibi dijital sağlık hizmetlerinin kullanımına yönelik sorular bulunmaktadır. Veri analizinde frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma gibi tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

Değişken	Kategori	n	%	Değişken	Kategori	n	%
Cinsiyet	Kadın	149	70.0	**Aylık Net Gelir**	≤22.000 TL	95	44.6
	Erkek	64	30.0		23.000–35.000 TL	25	11.7
Eğitim Durumu	İlköğretim ve altı	15	7.0		36.000–50.000 TL	31	14.6
	Lise	34	16.0		51.000–75.000 TL	38	17.8
	Üniversite	118	55.4		≥76.000 TL	24	11.3
	Lisansüstü	46	21.6	**Kronik Hastalık**	Var	31	14.8
Çalışma Durumu	Kamu çalışanı	22	10.3		Yok	179	85.2
	Özel sektör	61	28.6	**Yaş Grubu**	18–25	96	45.9
	Serbest meslek	8	3.8		26–35	50	23.9
	Ev hanımı	22	10.3		36–45	51	24.4
	Öğrenci	82	38.5		46 ve üzeri	12	5.7
	Emekli	3	1.4				
	Diğer	15	7.0				

Araştırma kapsamına alınan 213 katılımcının demografik ve sağlık teknolojilerini kullanım özellikleri Tablo 1'de sunulmaktadır. Katılımcıların büyük çoğunluğunun (%70) kadınlardan oluşmakta olduğu gözlenmektedir. Eğitim düzeyi açısından bakıldığında, örneklemin yarısından fazlasının (%55.4) üniversite mezunu olduğu, kalan kısmının ise çoğunlukla lisansüstü (%21.6) ve lise (%16.0) mezunlarından oluşmakta olduğu görülmektedir. Çalışma durumuna göre katılımcıların en büyük grubunu öğrenciler oluşturmaktadır (%38.5). Bunu özel sektör çalışanları (%28.6), kamu çalışanları (%10.3) ve ev hanımları (%10.3) takip etmektedir. Aylık net gelir bakımından katılımcıların yaklaşık yarısının (%44.6) 22.000 TL ve

altı gelir düzeyinde, %17.8'i 51.000–75.000 TL aralığında gelire sahip olduğu gözlenmektedir. Yaş dağılımına göre; örneklemin önemli bir bölümünün 18–25 yaş grubunda (%45.9) olduğu, bunu 26–35 (%23.9) ve 36–45 (%24.4) yaş gruplarının izlediği belirlenmiştir.

Katılımcıların kronik bir rahatsızlıklarının olup olmadığı hususunda ise katılımcıların sadece %14.8'inin kronik bir hastalığı bulunduğu belirtilmektedir. Kronik rahatsızlığın olması sağlık hizmetleriyle daha yakından ilgilenmeyi gerektirdiğinden, sağlık teknolojilerinin kullanımda bir sağlık sorununun bulunmasının rol alıp almadığı değerlendirilmeye çalışılmıştır. Sağlık sorunu olanların, oranının oldukça düşük düzeyde olması bu konudaki tereddütleri azaltmaktadır.

Tablo 2. İnternet Erişim Durumu ve Cihaz Kullanımı Özellikleri

İnternet Erişim Durumu	n	%	Cihaz Kullanımı	n	%
Evet, sürekli erişimim var	202	94.8	**Akıllı telefon**	213	100.0
Evet, ancak sınırlı erişimim var	10	4.7	**Bilgisayar**	144	67.6
Hayır, internet erişimim yok	1	0.5	**Tablet**	98	46.0
Toplam	**213**	**100**	**Hiçbiri**	0	0

*Katılımcılar en az bir seçenek ile cihaz kullanımını belirlemiştir.

Tablo-2'ye göre katılımcıların neredeyse tamamının (%94,8) internete sürekli erişimi bulunmaktadır ve bu durum dijital sağlık hizmetlerini kullanabilmeleri için temel bir altyapı avantajı sağlamaktadır. Cihaz kullanımında ise akıllı telefonların örneklemde tamamı tarafından (%100) kullanıldığı görülmekte, bilgisayar (%67,6) ve tablet (%46,0) kullanım oranlarının daha düşük olması, dijital sağlık hizmetlerine erişimde mobil cihazların belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir.

Tablo 3. Sağlık Kararlarında İnternet Kullanımına İlişkin Algı ve Sağlık Kaynaklarına Erişimin Önemi

İnternetin Sağlık Kararlarına Katkısı	n	%	Sağlık Kaynaklarına Erişimin Önemi	n	%
Hiç yararlı değil	14	6.6	Hiç önemli değil	5	2.3
Biraz yararlı	94	44.1	Biraz önemli	17	8.0
Yararlı	75	35.2	Önemli	128	60.1
Çok yararlı	25	11.7	Çok önemli	60	28.2
Fikrim yok	5	2.3	Fikrim yok	3	1.4
Toplam	**213**	**100**	**Toplam**	**213**	**100**

Tablo 3, katılımcıların internetin sağlık kararlarında yardımcı olma düzeyine ilişkin değerlendirmelerinin büyük ölçüde olumlu yönde yoğunlaştığını göstermektedir. Katılımcıların %44,1'i interneti "biraz yararlı", %35,2'si ise "yararlı" olarak bulurken, yalnızca %6,6'sı yararsız olarak değerlendirmiştir. Bu veriler, internetin sağlıkla ilgili bilgi

edinme sürecinde önemli bir başvuru kaynağı olarak görüldüğünü göstermektedir. Benzer şekilde, internet üzerinden sağlık kaynaklarına erişimin önemine ilişkin bulgular da yüksek bir farkındalık düzeyine işaret etmektedir. Katılımcıların %60,1'i bu erişimi "önemli", %28,2'si ise "çok önemli" olarak değerlendirmiştir. Her iki tabloda da "fikrim yok" yanıtlarının düşük düzeyde kalması, katılımcıların internet temelli sağlık bilgisi kullanımına ve bu kaynakların katılımcılar için anlamlı bir başvuru aracı olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 4. Dijital Sağlık Okuryazarlığı (eHEALS) Puanına İlişkin Betimsel İstatistikler

Değişken	Değer
Ortalama	**3,49**
Standart Sapma (SD)	**0,765**
Ölçek Aralığı	**1 – 5**

eHEALS ölçeğinden elde edilen 3,49'luk ortalama, 1–5 aralığında değerlendirilen bir ölçekte orta ile orta-yüksek düzey arasında konumlanmakta olup katılımcıların internet temelli sağlık bilgilerini bulma, anlama, değerlendirme ve kullanma konusunda belirli bir yeterlilik algısına sahip olduklarını göstermektedir. Bu değer, grubun genel olarak dijital sağlık bilgisini kullanmada kendini "yeterli"ye yakın gördüğünü, ancak bu algının yüksek düzeye tam olarak ulaşmadığını işaret etmektedir.

Standart sapmanın 0,765 olması, ölçeğin 1–5 aralığı dikkate alındığında yanıtların ortalama etrafında orta düzeyde bir değişkenlik sergilediğini göstermektedir. Bu değer, katılımcıların dijital sağlık okuryazarlığına ilişkin algılarında ne düşük ne de yüksek düzeyde bir varyans bulunduğunu, dolayısıyla örneklemin bu açıdan tam homojen olmayan, ancak aşırı heterojenlik de göstermeyen bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 5. Dijital Sağlık Sistemleri Deneyimleri Frekans Dağılımı

No	Soru	Fikri Yok (n/%)	Hiç Kullanmıyor (n/%)	Nadiren kullanır (n/%)	Ara Sıra Kullanıyor (n/%)	Sıklıkla Kullanıyor (n/%)	Toplam
1	**e-Nabız kullanımı**	4 (1.9%)	78 (36.6%)	31 (14.6%) 51	14 (6.6%)	86 (40.4%)	213
2	**e-Nabız mobil erişimi**	3 (1.4%)	50 (23.5%)	25 (11.7%) 35	39 (18.3%)	96 (45.1%)	213
3	**e-Nabız WEB erişimi**	4 (1.9%)	52 (24.4%)	49 (23.0%) 47	41 (19.2%)	67 (31.5%)	213
4	**e-Nabız tıbbi sonuçlara erişim**	4 (1.9%)	45 (21.1%)	31 (14.6%) 35	15 (7.0%)	118 (55.4%)	213
5	**e-Nabız radyoloji erişimi**	5 (2.3%)	54 (25.4%)	29 (13.6%) 39	17 (8.0%)	108 (50.7%)	213
6	182'den telefonla randevu	3 (1.4%)	48 (22.5%)	55 (25.8%) 48	61 (28.6%)	46 (21.6%)	213
7	MHRS WEB randevu	1 (0.5%)	48 (22.5%)	32 (15.0%) 37	44 (20.7%)	88 (41.3%)	213
8	MHRS mobil randevu	4 (1.9%)	42 (19.7%)	26 (12.2%) 31	45 (21.1%)	96 (45.1%)	213
9	**WEB laboratuvar görüntüleme**	14 (6.6%)	41 (19.2%)	36 (16.9%) 37	67 (31.5%)	55 (25.8%)	213
10	**WEB doktor çalışma çizelgesi**	15 (7.0%)	43 (20.2%)	40 (18.8%) 39	82 (38.5%)	33 (15.5%)	213
11	**WEB şikâyet bildirimi**	14 (6.6%)	31 (14.6%)	47 (22.1%) 37	104 (48.8%)	17 (8.0%)	213
12	SABİM WEB kullanımı	23 (10.8%)	23 (10.8%)	32 (15.0%) 26	121 (56.8%)	14 (6.6%)	213

No	Soru	Fikri Yok (n/%)	Hiç Kullanmıyor (n/%)	Nadiren kullanır (n/%)	Ara Sıra Kullanıyor (n/%)	Sıklıkla Kullanıyor (n/%)	Toplam
13	184 SABİM çağrı merkezi	26 (12.2%)	24 (11.3%)	27 (12.7%) 24	126 (59.2%)	10 (4.7%)	213

*1=Bilmiyorum/Fikrim Yok 2=Hiç Kullanmam 3=Nadiren 4 Ara Sıra 5=Sıklıkla/Gerektiğinde her zaman

Tablo 5 incelendiğinde, dijital sağlık hizmetlerinin en yoğun kullanımının e-Nabız'ın klinik veri erişim işlevlerinde gerçekleştiği görülmektedir. Katılımcıların %55,4'ü tıbbi laboratuvar sonuçlarına, %50,7'si ise radyoloji görüntülerine "sıklıkla/gerektiğinde her zaman" eriştiğini bildirmektedir. Buna karşılık, e-Nabız'ın genel kullanımında bu oran %40,4, mobil uygulama kullanımında ise %45,1 düzeyindedir. Bu bulgular, katılımcıların e-Nabız'ın sunduğu özelliklerden haberdar olduğunu ve sistemi diğer dijital hizmetlere kıyasla daha fazla oranda kullandıklarını göstermektedir.

Randevu hizmetlerinde MHRS'nin mobil ve web tabanlı kanalları sırasıyla %45,1 ve %41,3 oranında "sıklıkla/gerektiğinde her zaman" kullanılmaktadır. Bu durum, dijital randevu süreçlerinin geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından benimsendiğini ortaya koymaktadır. Buna karşın, geleneksel 182 telefon hattı daha dağınık bir kullanım profili sergilemekte olup katılımcıların yalnızca %21,6'sı bu kanalı düzenli kullanırken, önemli bir bölümü kullanımını "nadiren" (%25,8) veya "ara sıra" (%28,6) olarak tanımlamaktadır. Bu bulgular, randevu alma davranışında mobil ve web tabanlı MHRS uygulamalarının, 182 telefon hattına kıyasla daha sık tercih edildiğini göstermektedir.

Hastane web sayfalarının kullanımında en çok tercih edilen işlevler, laboratuvar sonuçlarının görüntülenmesi (%31,5 ara sıra, %25,8 sıklıkla) ve hekim çalışma çizelgelerinin takibidir (%38,5 ara sıra). Buna karşılık, web üzerinden şikâyet/geri bildirimde bulunma davranışında "ara sıra" kullanım %48,8 ile dikkat çekici derecede yüksektir. Bu bulgular, hastane web sayfalarının bazı temel bilgilere erişim açısından kullanılmakla birlikte, diğer dijital uygulamalara kıyasla daha sınırlı düzeyde tercih edildiğini ve belirli alanlarda "fikrim yok/bilmiyorum" yanıtlarının görece yüksek seyrettiğini göstermektedir.

SABİM başvuru kanalları incelendiğinde, SABİM web sitesinin %56,8 ve 184 çağrı merkezinin %59,2 oranında "ara sıra" kullanıldığı görülmektedir. Bu durum, başvuru ve geri bildirim davranışının ihtiyaç anında başvurulan bir nitelik taşıdığını göstermektedir.

Genel olarak, tüm dijital hizmetlerde "bilmiyorum/fikrim yok" yanıtlarının düşük seviyede kalması ise katılımcıların dijital sağlık hizmetlerine ilişkin genel bir farkındalık ve erişim bilgisine sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 6. Dijital Sağlık Uygulamalarında Kişisel Bilgi Güvenliğine İlişkin Görüşler

Seçenek	n	%
Hiç güvenmem	21	9.9
Biraz güvenirim	40	18.8
Kararsızım	60	28.2
Güvenirim	79	37.1
Tamamen güvenirim	13	6.1

Seçenek	n	%
Toplam	**213**	**100**

Tablo 6, incelendiğinde katılımcıların, %43,2'si dijital sağlık uygulamalarına güvendiğini, %28,7'si ise düşük güven düzeyine sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca %28,2'lik kararsız grup, kullanıcıların önemli bir bölümünde veri güvenliği konusunda belirsizlik ve tereddüt olduğunu ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma, katılımcıların dijital sağlık okuryazarlığı düzeyleri ile dijital sağlık hizmetlerine yönelik kullanım ve güven algılarını betimlemeyi amaçlamıştır. Bulgular, dijital sağlık platformlarının bazı işlevlerinin daha sık kullanıldığını ve kişisel veri güvenliğine ilişkin algıların katılımcılar arasında farklılaşan bir dağılım gösterdiğini ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlar, dijital sağlık uygulamalarına yönelik mevcut durumun anlaşılmasına katkı sağlamakta ve kullanım ile güven algılarındaki çeşitliliğe ışık tutmaktadır.

Bu kapsamda elde edilen bulgular, katılımcıların dijital sağlık okuryazarlığı düzeylerinin genel olarak orta–yüksek aralıkta olduğunu göstermektedir. Bu değer, bireylerin çoğunluğunun, dijital ortamda sağlık bilgisine erişme, anlama ve kullanma konularında kendilerini büyük ölçüde yeterli gördüklerini göstermektedir.

Dijital sağlık hizmetlerine ilişkin kullanım davranışı verileri, özellikle e-Nabız'ın klinik veri görüntüleme işlevlerinin, diğer dijital uygulamalara kıyasla daha sık tercih edildiğini ortaya koymuştur. MHRS'nin dijital randevu kanallarında düzenli kullanım eğilimi izlenirken, 182 telefon hattının daha düşük düzeyde tercih edildiği görülmüştür. Hastanelerdeki iletişim kanalı olan web sayfalarının ise daha çok laboratuvar sonuçları ve hekim çalışma çizelgeleriyle sınırlı kaldığı, şikâyet ve geri bildirim fonksiyonunun daha seyrek kullanıldığı belirlenmiştir. Dijital sağlık uygulamalarına yönelik güven algısında ise katılımcılar arasında kararsız grubun dikkat çekici bir büyüklüğe sahip olduğu görülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Gümüş R., Çetin M. (2022). Digital technology use in Turkey and the need for new eHealth literacy measurement tools. *Journal of International Health Sciences and Management*, 8 (16), 59–68.
2. Honeyman M., Maguire D., Evans H., Davies A. (2020). Digital technology and health inequalities: A scoping review. *The King's Fund Reports*, 1 (1), 1–34.
3. Lwin M. O., Lu J., Sheldenkar A., Schulz P. J. (2020). Strategic uses of health literacy in modern digital contexts. *Journal of Medical Internet Research*, 22 (3), e19155.
4. Nakas D. (2020). e-Health literacy levels of university students in Turkey and affecting factors. *International Journal of Caring Sciences*, 13 (3), 2149–2159.
5. Norman C. D., Skinner H. A. (2006). eHealth literacy: Essential skills for consumer health in a networked world. *Journal of Medical Internet Research*, 8 (2), e9.
6. Scheerder A., van Deursen A., van Dijk J. (2017). Determinants of Internet skills, uses and outcomes. *Telematics and Informatics*, 34 (8), 1607–1624.

7. Sørensen K., Trezona A., Levin-Zamir D., et al. (2015). Public health literacy: Strengthening health promotion at a policy level. *Journal of Health Communication*, 20 (Suppl. 2), 13–17.
8. Van Kessel R., Wong B. L. H., Clemens T., Brand H. (2022). Digital health literacy as a super determinant of health: More than simply the sum of its parts. *Internet Interventions*, 27 (1), 100500.

CONVERGENCE ANALYSIS AND ERROR ESTIMATES FOR AN AGRATINI-TYPE OPERATOR

AGRATİNİ TİPİ BİR OPERATÖR İÇİN YAKINSAMA ANALİZİ VE HATA HESABI

PHD Student, Emine GUVEN

Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Science, Department of Mathematics, 67100, Zonguldak, Turkey, ORCID: 0000-0002-5175-7332

Assoc. Prof. Dr., Nazmiye GONUL BILGIN

Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Science, Department of Mathematics, 67100, Zonguldak, Turkey, ORCID: 0000-0001-6300-6889

ABSTRACT

Approximation theory is an important field that investigates the representation of functions through specific operators and seeks to address one of the fundamental problems of analysis. Approximations carried out by means of linear positive operators find wide applications not only in theoretical mathematics, such as functional analysis and harmonic analysis, but also in applied mathematics, including numerical methods, the solution of differential equations, and computer-assisted computations.

In the referenced study, which holds a significant place in the literature on Agratini-type operators, positive linear and discrete operators based on Bernstein-type rational functions were introduced and considered as a generalized version of classical Bernstein polynomials. The approximation properties of these operators were examined through Korovkin-type theorems, with the necessary conditions for convergence established, emphasizing in particular the role of positive and decreasing coefficient sequences. Furthermore, in order to estimate the error bounds of the operators, a probabilistic approach was employed to clarify their properties, and these estimates were evaluated within the framework of the modulus of continuity and the theory of uniform approximation. The analysis was not restricted to classical function spaces but was also extended to weighted function spaces, thereby demonstrating the broader applicability of the proposed operators.

Based on this study, now the approximation properties of Agratini-type and Balannz-type positive linear operators are investigated. First, the fundamental definitions of these operators are presented, and then their approximation behavior is analyzed within the framework of Korovkin's theorem. By employing the modulus of continuity, the rates of convergence and error estimates of the operators are established. To visually support the theoretical results, graphical representations of the approximations obtained for selected functions are provided, and the effectiveness of the operators is comparatively evaluated. The findings demonstrate that Agratini-type and Balannz-type operators serve as powerful tools in the uniform approximation of functions. Moreover, the error analyses obtained via the modulus of continuity enhance the applicability of these operators in applied mathematics and numerical methods. Overall, the study contributes to the literature on operator analysis by combining both theoretical and graphical results.

Keywords: Agratini-type operators, Bernstein-type rational functions, Korovkin theorem, Error estimation

ÖZET

Yaklaşım teorisi, fonksiyonların belirli operatörler aracılığıyla temsil edilmesini inceleyen ve analizin temel problemlerinden birine çözüm arayan önemli bir araştırma alanıdır. Lineer pozitif operatörler kullanılarak gerçekleştirilen yaklaşım süreçleri, yalnızca fonksiyonel analiz ve harmonik analiz gibi teorik matematik alanlarında değil, aynı zamanda sayısal yöntemler, diferansiyel denklemlerin çözümü ve bilgisayar destekli hesaplamalar gibi uygulamalı matematik disiplinlerinde de geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Refererans gösterilen çalışma, Agratini tipi operatörler literatüründe önemli bir yere sahip olup, Bernstein tipi rasyonel fonksiyonlara dayanan pozitif lineer ve ayrık operatörler tanıtılmış ve klasik Bernstein polinomlarının genelleştirilmiş bir versiyonu olarak ele alınmıştır. Bu operatörlerin yaklaşım özellikleri Korovkin tipi teoremler çerçevesinde incelenmiş, yakınsama için gerekli koşullar belirlenmiş ve özellikle pozitif ve azalan katsayı dizilerinin rolü vurgulanmıştır. Ayrıca operatörlerin hata sınırlarını belirlemek amacıyla olasılıksal bir yaklaşım benimsenmiş, bu yaklaşımla elde edilen tahminler süreklilik modülü ve uniform yaklaşım teorisi kapsamında değerlendirilmiştir. Analiz, yalnızca klasik fonksiyon uzaylarıyla sınırlı kalmamış, aynı zamanda ağırlıklı fonksiyon uzaylarına da genişletilerek önerilen operatörlerin daha geniş bir uygulanabilirliğe sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Bu çalışmadan hareketle, burada Agratini tipi ve Balázs tipi pozitif lineer operatörlerin yaklaşım özellikleri incelenmektedir. İlk olarak bu operatörlerin temel tanımları sunulmakta, ardından Korovkin teoremi çerçevesinde yakınsama davranışları analiz edilmektedir. Süreklilik modülü kullanılarak operatörlerin yakınsama hızları ve hata tahminleri elde edilmektedir. Teorik sonuçları desteklemek amacıyla seçilen fonksiyonlar için elde edilen yaklaşımın grafiksel gösterimleri verilmekte ve operatörlerin etkinlikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir. Bulgular, Agratini tipi ve Balázs tipi operatörlerin fonksiyonların uniform yaklaşımında güçlü araçlar olduğunu göstermektedir. Ayrıca süreklilik modülüyle elde edilen hata analizleri, bu operatörlerin uygulamalı matematik ve sayısal yöntemlerdeki kullanılabilirliğini arttırmaktadır. Genel olarak, çalışma hem teorik hem de grafiksel sonuçları bir araya getirerek operatör analizi literatürüne katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Agratini tipi operatörler**,** Bernstein tipi rasyonel fonksiyonlar**,** Korovkin teoremi**,** Hata tahmini

INTRODUCTION

The development of linear positive operators can be traced back to the classical operators introduced by Bernstein, Szász–Mirakyan, and Baskakov [1-2]. These operators are acknowledged as one of the key tools of approximation theory. Over time, these operators have provided practical and constructive techniques for approximating continuous functions, forming a meaningful link between functional analysis and numerical analysis. In order to improve convergence properties, obtain sharper error bounds, and make these operators more appropriate for use on unbounded domains, a number of parameter-based extensions have been proposed in the literature in more recent work.

In this setting, the positive linear operators introduced by Agratini[3], which rely on a parameter sequence satisfying $\theta_\eta \to 0$ and $\eta\theta_\eta \to \infty$, have drawn significant attention as a noteworthy development. The Sz−–Mirakyan framework is expanded by these operators, which also guarantee uniform convergence on compact subintervals of $[0, \infty)$. However, it should be noted that Agratini's operators do not precisely reproduce the linear function $f(t)$ that is, the identity $L_\eta(t; x) = x$ is not true. As a result, asymptotic moment estimates rather than exact moment reproduction are used in approximation results.

On the other hand, the method introduced by King[4] allows classical operators to be modified in such a way that the equality $L_\eta(t; x) = x$ is satisfied exactly. King-type modifications have been successfully applied to Bernstein, Baskakov, and Szász–Mirakyan operators, resulting in improved convergence properties and a more precise control of the second moment. However, in the existing literature, only a limited number of studies have combined the King approach with Agratini's parameter-dependent operators.

The aim of the present study is to fill this gap by introducing a new family of operators that combines Agratini's approach with a King-type modification. Inspired by the sampling points of Agratini's operators and the moment-preserving principle of the King modification, the operator family is defined by means of a specially chosen function.

By virtue of this choice, the equalities

$$L_\eta(1; x) = 1, L_\eta(t; x) = x$$

are satisfied exactly, and the operators become suitable for the application of Korovkin-type approximation theorems. Moreover, the explicit formulas obtained for the second moment make it possible to derive both qualitative and quantitative error estimates in terms of the modulus of continuity, as well as to determine the rates of convergence for functions belonging to Lipschitz classes.

The paper is set up like this: In Section 2, we introduce the family of operators and look closely at their most important properties, such as positivity, linearity, and moment equalities. A Korovkin-type approximation theorem is proven in Section 3, along with uniform convergence on compact intervals. In Section 4, quantitative convergence estimates are obtained by using the modulus of continuity and Lipschitz classes.

Although the present study is structurally inspired by the rational Bernstein-type operators introduced by Balázs (1975)[5], it does not reduce to these operators under any specific choice. Instead, a completely new family of operators is constructed by employing the Agratini parameters and the King modification, using the techniques developed in Ata (2022) [6]. First, these two important operator families in the literature are briefly recalled.

Definition 1.1

In fact, the operators that we introduce in this paper can be regarded as a particular case of the rational type positive linear operators considered by Agratini in A.Agratini(2019)[3]. More precisely, Agratini studied the family

$$L_\eta^A(f;x) = \frac{1}{(1+\gamma_n x)^n}\sum_{k=0}^{n}\binom{n}{k}(\gamma_n x)^k f\left(\frac{k}{n\gamma_n}\right), n \in \mathbb{N},\ x \geq 0, \tag{1}$$

where the sequence (γ_n) satisfies $\gamma_n > 0$, $\gamma_{n+1} < \gamma_n$, $\lim_{n\to\infty}\gamma_n = 0$ and $\lim_{n\to\infty} n\gamma_n = \infty$.
If we choose

$$\gamma_n = \theta_\eta + \frac{1}{\eta},$$

then, under our assumptions $\theta_\eta > 0$, $\theta_{\eta+1} < \theta_\eta$, $\theta_\eta \to 0$ and $\eta\theta_\eta \to \infty$, it is immediate that (γ_n) also satisfies Agratini's conditions. Moreover, with the transformation

$$\varphi_\eta(x) = \frac{\eta x}{\eta - (\eta\theta_\eta + 1)x},$$

we obtain

$$g_\eta(x) = \gamma_n\varphi_\eta(x) \text{ and } \frac{j}{\eta\theta_\eta + 1} = \frac{j}{\eta\gamma_n}.$$

Hence our operator can be written as

$$L_\eta^A(f;x) = L_\eta^A\left(f;\varphi_\eta(x)\right),$$

which shows that the family $\{L_\eta\}$ is nothing but a composition-type modification of Agratini's operators with respect to a suitable variable transformation.

Definition 1.2[5]

Let $f(x)$ be a real, single valued function defined in $[0,\infty)$. By Bernstein type rational functions belonging to $f(x)$ we mean the following:

$$R_\eta(f;x) = \frac{1}{(1+\gamma_n x)^n}\sum_{k=0}^{n} f\left(\frac{k}{c_n}\right)\binom{n}{k}(\gamma_n x)^k \quad (n = 1,2,\dots),$$

where γ_n and c_n are suitably chosen real numbers, independent of x.

$$p_k(x) = x^k(1-x)^{n-k}$$

and

$$s_k(x) = \frac{1}{(1+\gamma_n x)^n}(\gamma_n)^k \qquad (k = 0,1,2,\dots,n)$$

then we have $s_k(x) = p_k(u)$, where $u = \frac{\gamma_n x}{1+\gamma_n x}$, which is consistent with the Bernstein-type rational structure studied in Balázs[5] and Agratini[3].

2. CONSTRUCTION OF OPERATORS

In this section, the operator will first be defined and some of its basic properties will be presented. Moreover, the equalities required for a Korovkin-type approximation will be derived.

Definition 2.1

Let $\{\theta_\eta\}_{\eta\in\mathbb{N}}$ be a strictly decreasing sequence of positive real numbers such that

$$\lim_{\eta\to\infty}\theta_\eta = 0, \quad \lim_{\eta\to\infty}\eta\theta_\eta = \infty.$$

Following the approach of Agratini (2020), a family of positive linear operators is defined on $C[0,\infty)$ by

$$L_\eta(f;x) = \frac{1}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j}\left(g_\eta(x)\right)^j f\left(\frac{j}{\eta\theta_\eta+1}\right), \tag{2}$$

where the function $g_\eta(x)$ is given by

$$g_\eta(x) = \frac{(\eta\theta_\eta+1)x}{\eta-(\eta\theta_\eta+1)x}, \qquad \eta\in\mathbb{N},\ 0\le x<\frac{\eta}{\eta\theta_\eta+1},\ \lim_{\eta\to\infty} g_\eta = 0.$$

This ensures that the deformation induced by $g_\eta(x)$ vanishes asymptotically, which is essential for the approximation process and the convergence properties of the operator.

In this study, for a fixed constant $M>0$, sufficiently large values of $\eta$are chosen so that the inclusion $[0,M]\subset\left[0,\frac{\eta}{\eta\theta_\eta+1}\right)$ holds, and the behavior of $L_\eta(f;x)$ is investigated on this interval.

Lemma 2.1

The operator $L_\eta(f;x)$ is linear and positive.

Proof

For two functions $f,h\in C\left[0,\frac{\eta}{\eta\theta_\eta+1}\right)$ and any constants $a,b\in\mathbb{R}$, one has

$$L_\eta(af+bh;x) = \frac{1}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j}\left(g_\eta(x)\right)^j\left[af(t_j)+bh(t_j)\right]$$

$$= a\,\frac{1}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j}\left(g_\eta(x)\right)^j f(t_j) + b\,\frac{1}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j}\left(g_\eta(x)\right)^j h(t_j)$$

$$= a\,L_\eta(f;x) + b\,L_\eta(h;x),$$

where $t_j = \frac{j}{\eta\theta_\eta+1}$.

Therefore, it is understood that the operator is linear.

To demonstrate positivity, the following observation is sufficient $L_\eta(f;x)\ge 0$ whenever, $f(t)\ge 0$.

Let

$$w_j(x) = \frac{1}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\binom{\eta}{j}\left(g_\eta(x)\right)^j, \qquad j=0,1,\dots,\eta \tag{3}$$

The positivity of $\binom{\eta}{j} \geq 0$ and $g_\eta(x) \geq 0$ naturally guarantees the positivity of $\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta > 0$.
Moreover, by the binomial expansion,

$$\sum_{j=0}^{\eta} w_j(x) = \frac{1}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta} \sum_{j=0}^{\eta} \binom{\eta}{j} \left(g_\eta(x)\right)^j = \frac{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta} = 1.$$

In this case, the coefficients$w_j(x)$, $j = 0,1,\dots,\eta$, form a probability distribution because their sum is equal to one.

Thus

$$L_\eta(f;x) = \sum_{j=0}^{\eta} w_j(x)\ f(t_j)$$

is a positive linear combination of the values of f. If $f(t_j) \geq 0$, then each term is nonnegative, and therefore $L_\eta(f;x) \geq 0$.

As a result, L_η is shown to be a positive linear operator.

Lemma 2.2
For the operator L_η, the following equalities hold:
$(\boldsymbol{i})$ $L_\eta(1;x) = 1$,
$(\boldsymbol{ii})$ $L_\eta(t;x) = x$,
$(\boldsymbol{iii})$ $L_\eta(t^2;x) = x^2 + \dfrac{x}{(\eta\theta_\eta+1)\left(1+g_\eta(x)\right)}$.

Proof

$(\boldsymbol{i})$ Based on the definition of

$$g_\eta(x) = \frac{(\eta\theta_\eta+1)x}{\eta-(\eta\theta_\eta+1)x},$$

the value of $L_\eta(1;x)$ can be calculated as follows:

$$L_\eta(1;x) = \frac{1}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta} \sum_{j=0}^{\eta} \binom{\eta}{j} \left(g_\eta(x)\right)^j.$$

If binomial expansion is used,

$$\sum_{j=0}^{\eta} \binom{\eta}{j} \left(g_\eta(x)\right)^j = \left(1+g_\eta(x)\right)^\eta.$$

Therefore,

$$L_\eta(1;x)=\frac{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}=1.$$

is obtained.

$(\boldsymbol{ii})$ If $L_\eta(t;x)$ is calculated,

$$L_\eta(t;x)=\frac{1}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j}\left(g_\eta(x)\right)^j\frac{j}{\eta\theta_\eta+1},$$

$$L_\eta(t;x)=\frac{1}{\eta\theta_\eta+1}\frac{1}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\sum_{j=0}^{\eta}j\binom{\eta}{j}\left(g_\eta(x)\right)^j.$$

$$\left(1+g(x)\right)^\eta=\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j}g(x)^j$$

When both sides of this identity are differentiated and the result is multiplied by g, the following expression is obtained:

$$\eta\left(1+g(x)\right)^{\eta-1}=\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j}jg(x)^{j-1},$$

$$\eta g(x)\left(1+g(x)\right)^{\eta-1}=\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j}jg(x)^j.$$

Since the term is zero for $j=0$., it is okay to start the sum again at $j=0$.

$$L_\eta(t;x)=\frac{1}{\eta\theta_\eta+1}\frac{\eta g_\eta(x)\left(1+g_\eta(x)\right)^{\eta-1}}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}=\frac{\eta g_\eta(x)}{(\eta\theta_\eta+1)\left(1+g_\eta(x)\right)}.$$

Let's write briefly: $A:=\eta\theta_\eta+1$. Then

$$g_\eta(x)=\frac{(\eta\theta_\eta+1)x}{\eta-(\eta\theta_\eta+1)x}=\frac{Ax}{\eta-Ax},$$

$$1+g_\eta(x)=1+\frac{Ax}{\eta-Ax}=\frac{\eta-Ax+Ax}{\eta-Ax}=\frac{\eta}{\eta-Ax}.$$

When these expressions are substituted, the following result is obtained:

$$L_\eta(t;x)=\frac{\eta g_\eta(x)}{(\eta\theta_\eta+1)\left(1+g_\eta(x)\right)}=\frac{\frac{\eta Ax}{\eta-Ax}}{A\frac{\eta}{\eta-Ax}}=x.$$

$(\boldsymbol{iii})$ For the second moment, one has

$$L_\eta(t^2;x)=\frac{1}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j}\left(g_\eta(x)\right)^j\left(\frac{j}{\eta\theta_\eta+1}\right)^2.$$

It is known that the following identities hold:

$$\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j}\left(g_\eta(x)\right)^j=\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta,$$

$$\sum_{j=0}^{\eta} j\binom{\eta}{j}\left(g_\eta(x)\right)^j = \eta g_\eta(x)\left(1+g_\eta(x)\right)^{\eta-1},$$

$$\sum_{j=0}^{\eta} \binom{\eta}{j} j(j-1)\left(g_\eta(x)\right)^j = \eta(\eta-1)g_\eta^2(x)\left(1+g_\eta(x)\right)^{\eta-2}.$$

From these, it follows that

$$\sum_{j=0}^{\eta} \binom{\eta}{j} j^2\left(g_\eta(x)\right)^j = \eta(\eta-1)g_\eta^2(x)\left(1+g_\eta(x)\right)^{\eta-2} + \eta g_\eta(x)\left(1+g_\eta(x)\right)^{\eta-1}.$$

Hence,

$$L_\eta(t^2;x) = \frac{1}{A^2\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j} j^2\left(g_\eta(x)\right)^j,$$

$$= \frac{1}{A^2\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\left\{\eta(\eta-1)g_\eta^2(x)\left(1+g_\eta(x)\right)^{\eta-2} + \eta g_\eta(x)\left(1+g_\eta(x)\right)^{\eta-1}\right\}$$

$$L_\eta(t^2;x) = \frac{\eta g_\eta(x)\left(1+g_\eta(x)\right)^{\eta-2}}{A^2\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\left\{(\eta-1)g_\eta(x) + \left(1+g_\eta(x)\right)\right\}.$$

With a little simplification:

$$L_\eta(t^2;x) = \frac{\eta g_\eta(x)\left(\eta g_\eta(x)+1\right)}{A^2\left(1+g_\eta(x)\right)^2}.$$

Substituting

$$g_\eta(x) = \frac{Ax}{\eta - Ax}, 1+g_\eta(x) = \frac{\eta}{\eta - Ax},$$

$$= \frac{\eta\frac{Ax}{\eta-Ax}\left(\eta\frac{Ax}{\eta-Ax}+1\right)}{A^2\left(\frac{\eta}{\eta-Ax}\right)^2}$$

$$= \frac{\frac{\eta Ax}{\eta-Ax}\left(\frac{\eta Ax+\eta-Ax}{\eta-Ax}\right)}{A^2\frac{\eta^2}{(\eta-Ax)^2}} = \frac{\eta Ax(\eta Ax+\eta-Ax)}{A^2\eta^2} = \frac{x(\eta Ax+\eta-Ax)}{A\eta}$$

$$= \frac{(\eta Ax^2+\eta x-Ax^2)}{A\eta} = \frac{\eta Ax^2}{A\eta} + \frac{\eta x}{A\eta} - \frac{Ax^2}{A\eta} = x^2 + \frac{x(\eta-Ax)}{\left(\eta\theta_\eta+1\right)\eta}$$

it is finally obtained that

$$L_\eta(t^2;x) = x^2 + \frac{x}{\left(\eta\theta_\eta+1\right)\left(1+g_\eta(x)\right)}.$$

3. APPROXIMATION OF OPERATORS

In this section, it will be shown that the operator satisfies a Korovkin-type theorem and thus can be regarded as a useful tool for approximation.

Theorem 3.1
Let $\{\theta_\eta\}_{\eta\in\mathbb{N}}$ be a strictly decreasing sequence of positive real numbers such that

$\lim_{\eta\to\infty}\theta_\eta = 0$ and $\lim_{\eta\to\infty}\eta\theta_\eta = \infty$.

Under these conditions, the operators $\{L_\eta\}_{\eta\in\mathbb{N}}$ are defined as follows.

$$L_\eta(f;x) = \frac{1}{\left(1+g_\eta(x)\right)^\eta}\sum_{j=0}^{\eta}\binom{\eta}{j}\left(g_\eta(x)\right)^j f\left(\frac{j}{\eta\theta_\eta+1}\right),$$

with

$$g_\eta(x) = \frac{(\eta\theta_\eta+1)x}{\eta-(\eta\theta_\eta+1)x}, \qquad \eta\in\mathbb{N},\ 0\le x<\frac{\eta}{\eta\theta_\eta+1}.$$

With this construction, the sequence $\{L_\eta\}$ converges uniformly to every $f\in C[0,\frac{\eta}{\eta\theta_\eta+1})$ on each compact interval $[0,M]$.

Proof

According to Lemma 2.2, the operator L_η reproduces the Korovkin test functions. More precisely,

$$L_\eta(1;x)=1,\quad L_\eta(t;x)=x,\quad L_\eta(t^2;x)=x^2+\frac{x}{(\eta\theta_\eta+1)\left(1+g_\eta(x)\right)}.$$

Since

$$1+g_\eta(x)=1+\frac{(\eta\theta_\eta+1)x}{\eta-(\eta\theta_\eta+1)x}=\frac{\eta-(\eta\theta_\eta+1)x+(\eta\theta_\eta+1)x}{\eta-(\eta\theta_\eta+1)x}=\frac{\eta}{\eta-(\eta\theta_\eta+1)x}$$

and $0\le x\le M,\ M<\frac{\eta}{\eta\theta_\eta+1}$, the inequality $1+g_\eta(x)\ge 1$ is obtained. Consequently,

$$\left|L_\eta(t^2;x)-x^2\right|=\frac{x}{(\eta\theta_\eta+1)\left(1+g_\eta(x)\right)}\le\frac{M}{\eta\theta_\eta+1}.$$

The assumptions $\lim_{\eta\to\infty}\theta_\eta=0$ and $\lim_{\eta\to\infty}\eta\theta_\eta=\infty$ imply $\frac{1}{\eta\theta_\eta+1}\longrightarrow 0$.
Therefore the deviations on the Korovkin test functions converge uniformly to zero on every compact interval. By the classical Korovkin theorem[8],

$$\lim_{\eta\to\infty} L_\eta(f;x) = f(x)$$

uniformly on compact subset $[0, M]$.

For $\eta = 10,50,100,200,500$, the approximations of the operators $L_\eta(f;x)$ and $L_\eta^A(f;x)$ to the function $f(x) = x^2$ are presented in Figure 3.1.

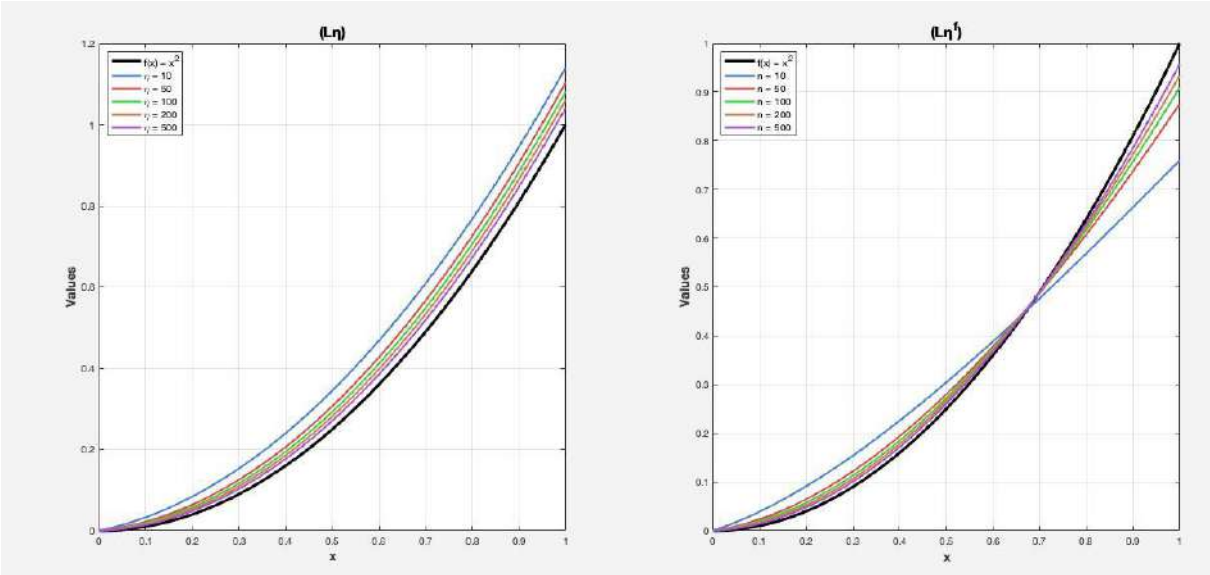


Figure 3.1 *Approximation for* $\eta = 10$, $\eta = 50$, $\eta = 100$, $\eta = 200$, *and* $\eta = 500$ *(blue, red, green, pink, and purple, respectively) to* $f(x)$ *(black).*

In the following figure, it is demonstrated that the operator defined in this study (blue) provides a better approximation to the function $f(x) = x^2$ when compared to the Agratini-type operator available in the literature (red).

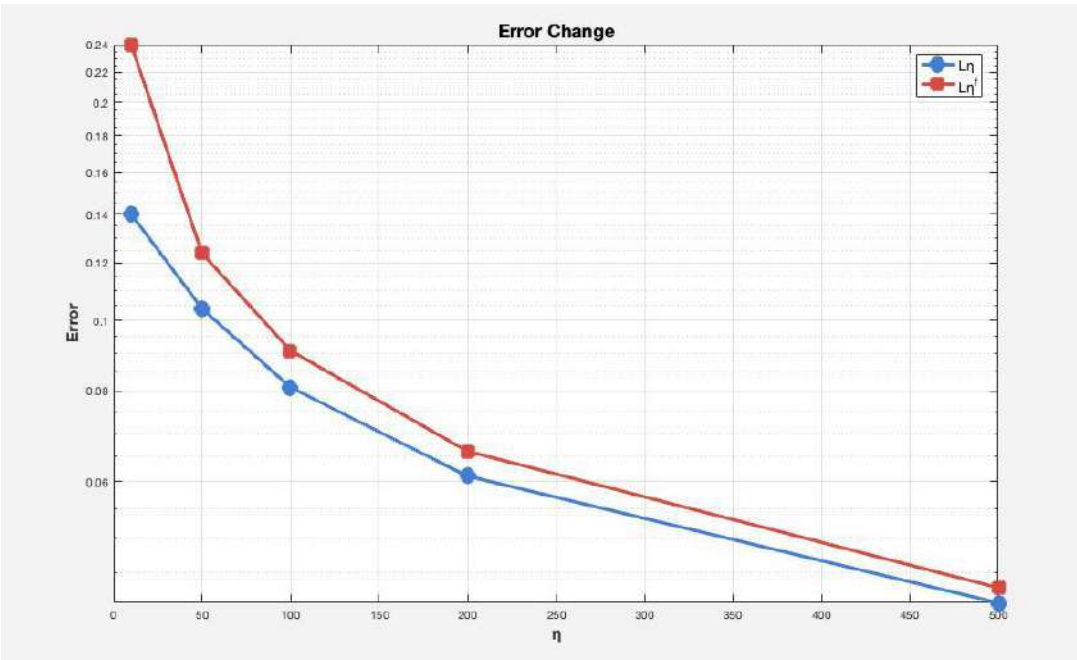


Figure 3.2 *Approximation to* f *with* $L_\eta(f;x)$ *and* $L_\eta^A(f;x)$

In the following figure, the error comparison of the approximations to the function $f(x) = x^2$ obtained by the operator defined in this study and the Agratini-type operator is presented for increasing values of η.

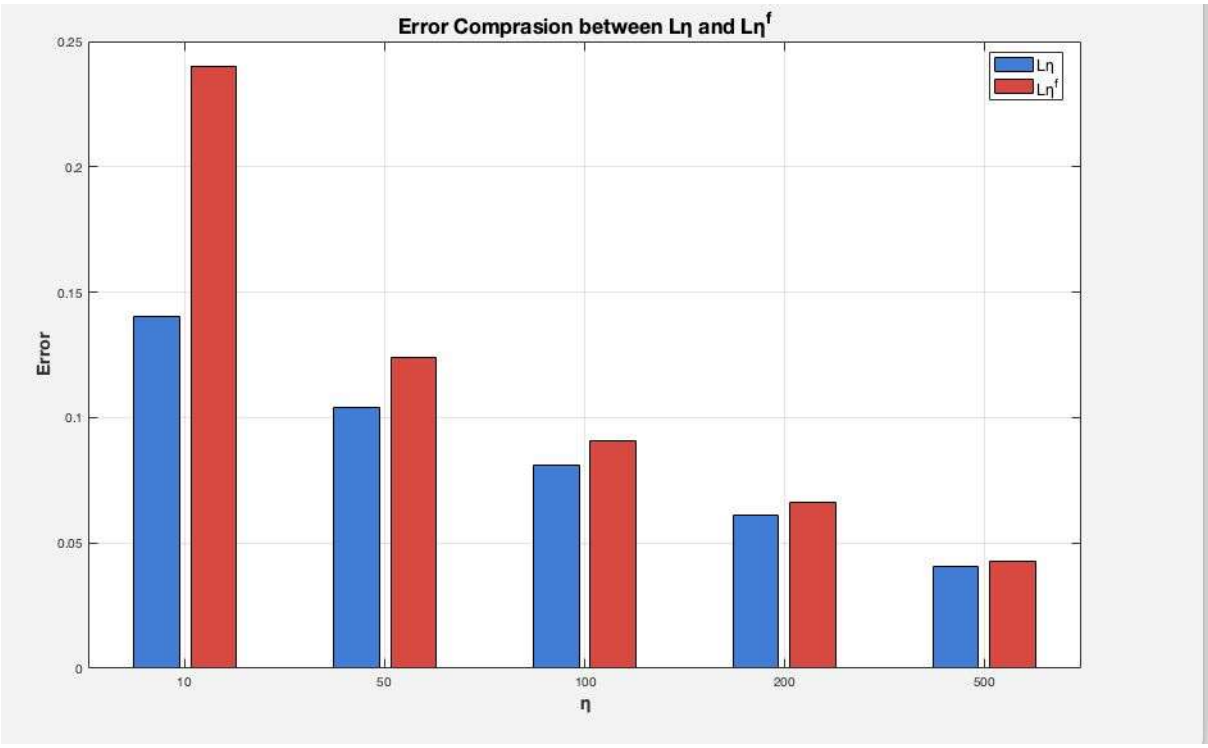


Figure 3.3 *Comparison of error value for $L_\eta(f;x)$ and $L_\eta^A(f;x)$*

Now, recall the definition of modules of continuity for operators.

Definition 3.1
Quantitative estimates of the approximation error will now be obtained. Let

$$\omega(f;\delta) = \sup_{\substack{x,y\geq 0 \\ |x-y|\leq\delta}} |f(x) - f(y)|$$

denote the modulus of continuity of f.

Remark 3.1

The second-order central moment is defined by
$\mu_{2,\eta}(x) = L_\eta((t-x)^2;x)$.
Using the identity

$$L_\eta((t-x)^2;x) = x^2 + \frac{x}{(\eta\theta_\eta+1)\left(1+g_\eta(x)\right)} - 2x^2 + x^2 = \frac{x}{(\eta\theta_\eta+1)\left(1+g_\eta(x)\right)},$$

then

$$\mu_{2,\eta}(x) = \frac{x}{(\eta\theta_\eta+1)(1+g_\eta(x))}.$$

Now it is given Altomare–Campiti type theorem for operators (2)[7].

Theorem 3.2 (Modulus of continuity estimate)

Let $f \in C[0, \frac{\eta}{\eta\theta_\eta+1})$. For every compact interval $[0, M] \subset [0, \frac{\eta}{\eta\theta_\eta+1})$,

$$|L_\eta(f;x) - f(x)| \leq 2\,\omega\left(f; \sqrt{\mu_{2,\eta}(x)}\right) \leq 2\,\omega\left(f; \sqrt{\frac{M}{\eta\theta_\eta + 1}}\right).$$

Proof.

A well-known property of positive linear operators yields

$$|L_\eta(f;x) - f(x)| \leq \left(1 + \frac{\sqrt{L_\eta((t-x)^2;x)}}{\delta}\right)\omega(f;\delta).$$

Choosing $\delta = \sqrt{L_\eta((t-x)^2;x)}$, it is obtained that

$$|L_\eta(f;x) - f(x)| \leq 2\omega\left(f; \sqrt{L_\eta((t-x)^2;x)}\right).$$

Since

$$L_\eta((t-x)^2;x) = \mu_{2,\eta}(x) \leq \frac{M}{\eta\theta_\eta + 1},$$

the argument is complete.

4. VORONOVSKYA TYPE CONVERGENCE

In this section, a theorem describing the approximation of functions belonging to the Lipschitz class by the defined operator is first presented, followed by a Voronovskaya-type theorem[9,10] established for the operator.

Let $f \in \mathrm{Lip}(\alpha)$ on $[0, M]$ for some $0 < \alpha \leq 1$. That is, there exists a constant $K > 0$ such that

$$|f(x) - f(y)| \leq K|x-y|^\alpha, \qquad x, y \in [0, M].$$

Theorem 4.1 (Rate in Lipschitz classes)

Then, for all $x \in [0, M]$, the estimate

$$|L_\eta(f;x) - f(x)| \leq C\left(\frac{1}{\eta\theta_\eta + 1}\right)^{\alpha/2},$$

holds, where $C = KM^{\alpha/2}$ depends only on K, M, and is independent of η.

Proof.

For a fixed $x \in [0, M]$, the representation

$$L_\eta(f;x) = \sum_{j=0}^{\eta} w_j(x)\ f(t_j), \quad t_j = \frac{j}{\eta\theta_\eta + 1},$$

is recalled, where the weights satisfy from (3)

$$w_j(x) \geq 0, \sum_{j=0}^{\eta} w_j(x) = 1.$$

By linearity of the operator, it is written as

$$L_\eta(f;x) - f(x) = L_\eta(f(t) - f(x);x).$$

Using the positivity of L_η, one obtains

$$\left|L_\eta(f;x) - f(x)\right| \leq L_\eta(|f(t) - f(x)|;x).$$

Since $f \in \mathrm{Lip}(\alpha)$, it follows that

$|f(t) - f(x)| \leq K|t - x|^\alpha$,

and therefore,

$\left|L_\eta(f;x) - f(x)\right| \leq K L_\eta(|t - x|^\alpha;x)$.

Let $p_j := w_j(x)$ and $Y_j = \left|t_j - x\right|$. Then

$$L_\eta(|t - x|^\alpha;x) = \sum_j p_j Y_j^\alpha, \qquad L_\eta((t - x)^2;x) = \sum_j p_j Y_j^2.$$

Define $u_j = Y_j^2$. Since $Y_j^\alpha = u_j^{\alpha/2}$ and the function

$\varphi(u) = u^{\alpha/2}, \quad 0 < \alpha \leq 1$,

is increasing and concave on $[0, \infty)$, Jensen's inequality yields

$$\sum_j p_j u_j^{\alpha/2} \leq \left(\sum_j p_j u_j\right)^{\alpha/2}.$$

Consequently,

$$L_\eta(|t - x|^\alpha;x) = \sum_j p_j Y_j^\alpha = \sum_j p_j u_j^{\alpha/2} \leq \left(\sum_j p_j u_j\right)^{\alpha/2} = \left(L_\eta((t - x)^2;x)\right)^{\alpha/2}.$$

Hence,

$\left|L_\eta(f;x) - f(x)\right| \leq K\, \mu_{2,\eta}(x)^{\alpha/2}$,

where

$\mu_{2,\eta}(x) = \left(L_\eta(t - x)^2;x\right)$

denotes the central moment of order two. From Lemma 2.2 the explicit formula

$$\mu_{2,\eta}(x) = \frac{x}{(\eta\theta_\eta + 1)\left(1 + g_\eta(x)\right)}$$

is available. Since $x \in [0, M]$, it follows that

$$\mu_{2,\eta}(x) \leq \frac{M}{\eta\theta_\eta + 1}.$$

Therefore,

$$\left|L_\eta(f;x) - f(x)\right| \leq K\,\mu_{2,\eta}(x)^{\alpha/2} \leq K\left(\frac{M}{\eta\theta_\eta + 1}\right)^{\alpha/2} = C\left(\frac{1}{\eta\theta_\eta + 1}\right)^{\alpha/2},$$

where $C := KM^{\alpha/2}$.

Therefore the proof is complete.

A Voronovskaya-type asymptotic formula is now established for the sequence of operators $\{L_\eta\}$.

Theorem 4.2 (Voronovskaya-type theorem)

Let $\{\theta_\eta\}_{\eta\in\mathbb{N}}$ be a strictly decreasing sequence of positive numbers satisfying

$\lim_{\eta\to\infty} \theta_\eta = 0, \lim_{\eta\to\infty} \eta\theta_\eta = \infty$ and let L_η be the operators defined in Definition 2.1.

Let $A_\eta = \eta\theta_\eta + 1$.

If $f \in C^2[0, \frac{\eta}{\eta\theta_\eta+1})$, then, for every compact interval $[0, M] \subset [0, \frac{\eta}{\eta\theta_\eta+1})$, the following asymptotic relation holds uniformly:

$\lim_{\eta\to\infty} A_\eta\left(L_\eta(f;x) - f(x)\right) = \frac{x}{2} f''(x)$ holds uniformly on $[0, M]$.

Proof

Throughout the proof, a compact interval $[0, M] \subset [0, \frac{\eta}{\eta\theta_\eta+1})$ is fixed. For arbitrary $x, t \in [0, M]$, Taylor's formula with Peano remainder gives

$$f(t) = f(x) + f'(x)(t-x) + \frac{1}{2}f''(x)(t-x)^2 + (t-x)^2\psi(t,x)$$

where ψ is continuous on $[0, M]$ and satisfies $\psi(t,x) \longrightarrow 0$ as $t \to x$, uniformly in x. Applying the operator $L_\eta(\cdot\ ;x)$ to both sides and using the identities.

$L_\eta(1;x) = 1$ and $L_\eta(t;x) = x$, we obtain

$$L_\eta(f;x) - f(x) = \frac{1}{2}f''(x)\,\mu_{2,\eta}(x) + R_\eta(x),$$

where

$\mu_{2,\eta}(x) = L_\eta((t-x)^2;x), R_\eta(x) = L_\eta((t-x)^2\psi(t,x);x).$

Multiplying the previous equality by A_η yields

$$A_\eta\left(L_\eta(f;x) - f(x)\right) = \frac{1}{2}f''(x)\,A_\eta\mu_{2,\eta}(x) + A_\eta R_\eta(x).$$

From Lemma 2.2 we know that

$\mu_{2,\eta}(x) = \frac{x}{A_\eta\left(1+g_\eta(x)\right)}$, $g_\eta(x) = \frac{A_\eta x}{\eta - A_\eta x}$, $0 \le x < \frac{\eta}{A_\eta}$.

Hence

$$A_\eta \mu_{2,\eta}(x) = \frac{x}{1+g_\eta(x)}.$$

For sufficiently large η, the inequality $A_\eta M \le \frac{\eta}{2}$ holds, and therefore

$$0 \le g_\eta(x) \le \frac{A_\eta M}{\eta - A_\eta M} \le \frac{2A_\eta M}{\eta} \le 2M\left(\theta_\eta + \frac{1}{\eta}\right).$$

Because $\theta_\eta \to 0$ and $1/\eta \to 0$, it follows that $g_\eta(x) \longrightarrow 0$ uniformly on $[0, M]$. Thus,

$$A_\eta \mu_{2,\eta}(x) = \frac{x}{1+g_\eta(x)} \longrightarrow x \text{ uniformly on } [0, M].$$

This proves

$$\frac{1}{2} f''(x)\, A_\eta \mu_{2,\eta}(x) \longrightarrow \frac{x}{2} f''(x) \text{ uniformly on } [0, M].$$

It remains to show that

$$\sup_{x\in[0,M]} \left|A_\eta R_\eta(x)\right| \longrightarrow 0.$$

Let $\varepsilon > 0$. Since ψ continuous on the compact set $[0, M]$, there exists $\delta > 0$ such that $|\psi(t,x)| < \varepsilon$ whenever $|t - x| < \delta$. Using positivity of L_η, one obtains

$$\left|R_\eta(x)\right| \le R_{\eta,1}(x) + R_{\eta,2}(x),$$

where

$$R_{\eta,1}(x) = L_\eta\left(|t-x|^2 |\psi(t,x)| 1_{[|t-x|<\delta]}; x\right),$$

$$R_{\eta,2}(x) = L_\eta\left(|t-x|^2 |\psi(t,x)| 1_{[|t-x|\ge\delta]}; x\right).$$

For $|t - x| < \delta$, one has

$$|t-x|^2 |\psi(t,x)| \le \varepsilon |t-x|^2,$$

hence

$$R_{\eta,1}(x) \le \varepsilon\, \mu_{2,\eta}(x).$$

For $|t - x| \ge \delta$, it holds that

$$|t-x|^2\, 1_{\{|t-x|\ge\delta\}} \le \frac{1}{\delta^2}|t-x|^4 \le \frac{M^2}{\delta^2}|t-x|^2,$$

and since ψ is bounded on , $[0, M]$ it follows that

$$R_{\eta,2}(x) \le C_\delta\, \mu_{2,\eta}(x),$$

for some constant $C_\delta > 0$independent of η.

Thus,

$$\left|R_\eta(x)\right| \le C\, \mu_{2,\eta}(x), \qquad C = C(M, \delta, \|\psi\|_\infty)$$

Multiplying by A_η one obtains

$$\left|A_\eta R_\eta(x)\right| \le C\, A_\eta \mu_{2,\eta}(x) = \frac{Cx}{1+g_\eta(x)} \le CM.$$

Moreover $\psi(t,x) \to 0$ uniformly as $t \to x$, and the mass of the weights in L_η concentrates near $t = x$ due to $\mu_{2,\eta}(x) \to 0$, a standard ε–argument shows that

$$\sup_{x\in[0,M]} \left|A_\eta R_\eta(x)\right| \to 0. \qquad (\eta \longrightarrow \infty).$$

Therefore,

$$A_\eta\left(L_\eta(f;x)-f(x)\right)=\frac{1}{2}f''(x)\,A_\eta\mu_{2,\eta}(x)+A_\eta R_\eta(x)\longrightarrow\frac{x}{2}f''(x)$$

uniformly on $[0,M]$. The proof is complete.

CONCLUSIONS

In this study, based on Korovkin-type approximation theory, some new approximation results were obtained using Balázs operators and Agratini-type operators. First, it was shown that these operators satisfy the Korovkin test functions, demonstrating their uniform norm convergence to the target function. Subsequently, the speed of convergence was investigated; the error terms were bounded using the continuity modulus, and more precise estimates were obtained for functions in the Lipschitz class.

In the final part of the study, a Voronovskaya-type theorem was proved for the generated operators. This theorem provides an asymptotic formula describing the local behavior of the operators and confirms their second-order approximation structure. Thus, the asymptotic character of the operators was clearly revealed.

It is believed that the obtained theoretical results will contribute to existing research on positive linear operators and their approximation properties. Furthermore, it is evaluated that the approach used in this study provides a framework that can be applied to different operator families and various function spaces in the future [11]-[18].

REFERENCES

[1] Bernstein, S. (1912). Démo istration du th'eorème de Weierstrass fondée sur le calcul des probabilités. *Сообщенія Харьковскаго математическаго общества*, 13(1), 1-2.

[2] Baskakov, V. A. (1957). An instance of a sequence of linear positive operators in the space of continuous functions. In *Doklady Akademii Nauk* (Vol. 113, No. 2, pp. 249-251). Russian Academy of Sciences.

[3] Agratini, O. (2020). On a class of Bernstein-type rational functions. *Numerical Functional Analysis and Optimization*, *41*(4), 483-494.

[4] King, J. (2003). Positive linear operators which preserve x^2. *Acta Mathematica Hungarica*, *99*(3), 203-208.

[5] Balázs, K. (1975). Approximation by Bernstein type rational functions. *Acta Mathematica Hungarica*, *26*(1-2), 123-134.

[6] Ata, A. E. (2022). Approximation with a Class of Bernstein Type Rational Functions (Master's Thesis). Gazi University, Institute of Science.

[7] Altomare, F., Campiti, M. (2011). *Korovkin-type approximation theory and its applications* (Vol. 17). Walter de Gruyter.

[8] Korovkin, P. P. (1953). *On Convergence of Linear Positive Operators in The Space of Continuous Functions*. In Dokl. Akad. Nauk Sssr (Vol. 90, No. 953, Pp. 961-964).

[9] Voronovskaja, E. (1932). *Détermination de la forme asymptotique d'approximation des fonctions par les polynômes de M.* Bernstein. *CR Acad. Sci. URSS*, *79*, 79-85.

[10] Ciupa, A. (2006). A Voronovskaya-type theorem for a positive linear operator. *Int. J. Math. Math. Sci.*, *2006*, 42368-1.

[11] Gadjiev, A. D., Efendiev, R. O., Ibikli, E. (1998). Generalized Bernstein-Chlodowsky polynomials. *The Rocky Mountain journal of mathematics*, 1267-1277.

[12] Büyükyazıcı, İ. (2010). Approximation by Stancu–Chlodowsky polynomials. *Computers & mathematics with applications*, *59*(1), 274-282

[13] Atakut, Ç., Büyükyazıcı, I. (2018). On Chlodowsky Variant of Baskakov Type Operators. *Analysis in Theory and Applications*, *34*(4), 323-335.

[14] Bilgin, N. G., Coşkun, N. (2018). Comparison Result of Some Gadjiev Ibragimov Type Operators. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, *8*(1), 188-196.

[15] Bilgin, N. G., Eren, M. (2021). A generalization of two dimensional Bernstein-Stancu operators. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *6*(2), 130-142.

[16] Yıldız, S., Bayram, N. Ş. (2023). Construction of bivariate modified Bernstein-Chlodowsky operators and approximation theorems. *Dolomites Research Notes on Approximation*, *16*(DRNA Volume 16.2), 64-71.

[17] Güven, E., Bilgin, N. G. (2023). On Bernstein Type Operators Preserving Exponential Functions. *Proceeding International Marmara Sciences Congress Imascon* Autumn 237-245.

[18] Bozma, G., Bilgin, N. G. (2024) Rational Type Of Modified Bernstein Schurer Operators. *5th International Selçuk Scientific Research Congress* 617-631.

SEISMIC PERFORMANCE OF AN EIGHT-STORY RC BUILDING UNDER SEQUENTIAL EARTHQUAKES: A CASE STUDY FROM THE 2023 MALATYA EVENTS

Ender Zümre
Master's Student, Department of Civil Engineering, Bursa Uludağ University, 16240, Bursa, Türkiye
Muneeb Jadallah
Ph.D. Student, Department of Civil Engineering, Bursa Uludağ University, 16240, Bursa, Türkiye
Muhammed ŞAHİN
Ph.D. Student, Department of Civil Engineering, Bursa Uludağ University, 16240, Bursa, Türkiye
Adem Doğangün
Professor at Department of Civil Engineering, Bursa Uludağ University, 16240, Bursa, Türkiye

Abstract
On 6 February 2023, the southern region of Türkiye experienced an unprecedented sequence of two major earthquakes occurring nine hours apart. The first earthquake much stronger , produced by a peak ground acceleration (PGA) of approximately 0.6 g, was followed by the second earthquake with a PGA of 0.2 g. While the disaster impacted eleven provinces, the city of Malatya was notably more affected during the second earthquake. In this research, seismic records obtained from the nearest strong-motion station to the building site were used to evaluate the structural response of an eight-story reinforced concrete (RC) building.
A series of nonlinear analyses was carried out using Extreme Loading for Structures (ELS) software to simulate the seismic behavior of the building under three scenarios: (1) each earthquake applied independently, (2) the second event applied to the undamaged building, and (3) the second event applied after incorporating the damage accumulated from the first event. The modelling approach allowed for detailed tracking of progressive damage and the evolution of failure mechanisms.
The investigation revealed that the corner region of the building was especially vulnerable. Significant shear demands developed in the corner column in the Y-direction, with damage increasing progressively when the structure was subjected to the second earthquake following the initial event. This cumulative effect ultimately led to failure at the building corner. The findings demonstrate that sequential earthquake loading can critically amplify damage patterns that may not be evident when events are assessed individually.
Overall, the study highlights the importance of considering multi-event seismic scenarios in performance evaluations of existing RC buildings. The adopted methodology can be extended to assess other structures exposed to similar conditions, providing a practical framework for understanding collapse mechanisms triggered by consecutive earthquakes.
Keywords:
Sequential earthquakes; Reinforced concrete buildings; Nonlinear analysis; Progressive collapse; Cumulative seismic damage; ELS software; Malatya earthquake sequence.

1. Introduction

Growing evidence from recent earthquakes has shown that seismic hazard cannot be adequately characterized by considering single, isolated strong ground motions. Numerous analytical and experimental studies have demonstrated that mainshock–aftershock sequences and closely

spaced multiple earthquakes can progressively degrade the performance of reinforced concrete (RC) structures by reducing stiffness, diminishing strength, and accelerating cumulative damage mechanisms (Hatzivassiliou & Hatzigeorgiou, 2015; Abdelnaby & Elnashai, 2014).

The 6 February 2023 Kahramanmaraş earthquake sequence, consisting of two major earthquakes within the same day, exposed substantial weaknesses in the existing RC building stock, especially in cities such as Malatya and Doğanşehir. Post-earthquake reconnaissance reported extensive shear failures, soft-story mechanisms, and corner-column instabilities in mid-rise RC buildings (~~Vuran et al., 2025;~~ Pujol et al., 2024; Binici et al., 2023). Local geotechnical conditions further intensified these impacts. Recent studies in Doğanşehir showed that soil amplification, foundation response, and structural irregularities collectively shaped the observed failure patterns (Dedeoğlu et al., 2025).

International literature further confirms that sequential earthquakes exert demands significantly different from single-event scenarios. Repeated shaking has been shown to amplify drift, accelerate plastic hinge formation, trigger out-of-plane instability, and concentrate damage in irregular structures (Amadio et al., 2003; Li & Ellingwood, 2007; Hosseinpour & Abdelnaby, 2017).

Recent studies have specifically examined these effects in multi-story RC buildings, demonstrating the strong influence of incidence angle, structural regularity, and infill-wall interaction on collapse susceptibility under sequential motions (Srinath & Gopikrishna, 2024). Global earthquake events further underline the vulnerability of RC structures to repeated shaking, such as those observed during the 2015 Gorkha sequence in Nepal (Adhikari et al., 2019)

Alongside these global findings, a series of recent studies by Jadallah and co-authors have provided valuable insights relevant to sequential earthquakes and progressive collapse. Their work has included nonlinear analysis of historical masonry minarets under repeated seismic events (Toptaş Minaret and Şirvani Mosque) and demonstrated the effectiveness of FRP strengthening for mitigating multi-event damage (Jadallah et al., 2025a–c).

Additional research evaluated X and inverted V bracing systems for preventing progressive collapse (Jadallah et al., 2025d) and explored how slab configuration, beam depth, and building height influence collapse resistance in RC buildings (Jadallah et al., 2025e,f; Mohieldin et al., 2025).

Although the literature on sequential earthquakes is rapidly expanding, there remains a significant gap in studies focusing on real RC buildings in Malatya using actual AFAD-recorded ground motions from the 2023 earthquake sequence, while explicitly modelling cumulative damage and reproducing observed failure mechanisms through advanced numerical approaches such as the Applied Element Method (AEM).

To address this gap, the present study analyzes the seismic performance of an eight-story reinforced concrete residential building located in Malatya that was severely damaged during the 2023 earthquake sequence. Using actual recorded ground motions and nonlinear time-history analysis, the study investigates three scenarios: (i) each earthquake applied separately, and (ii) the second event acting on an undamaged structure. The analysis aims to quantify cumulative seismic demands, identify critical damage mechanisms, particularly in the corner column region, and provide insight into the role of sequential earthquakes in triggering collapse in existing RC buildings.

2. Building Description & Modelling

The numerical investigation was carried out on an eight-story reinforced concrete residential building located in the city of Malatya, which experienced severe structural damage during the 2023 earthquake sequence. Post-event field surveys indicated that the most critical damage was concentrated in the corner region at the ground floor, where the failure of a primary corner column initiated a cascading collapse mechanism propagating vertically along the building

corner. Based on the observed damage pattern, the structure was modelled to simulate a progressive collapse scenario that realistically represents the failure sequence. Photographic documentation of the damaged corner zone is presented in **Fig. 1**, illustrating the extent of structural distress.

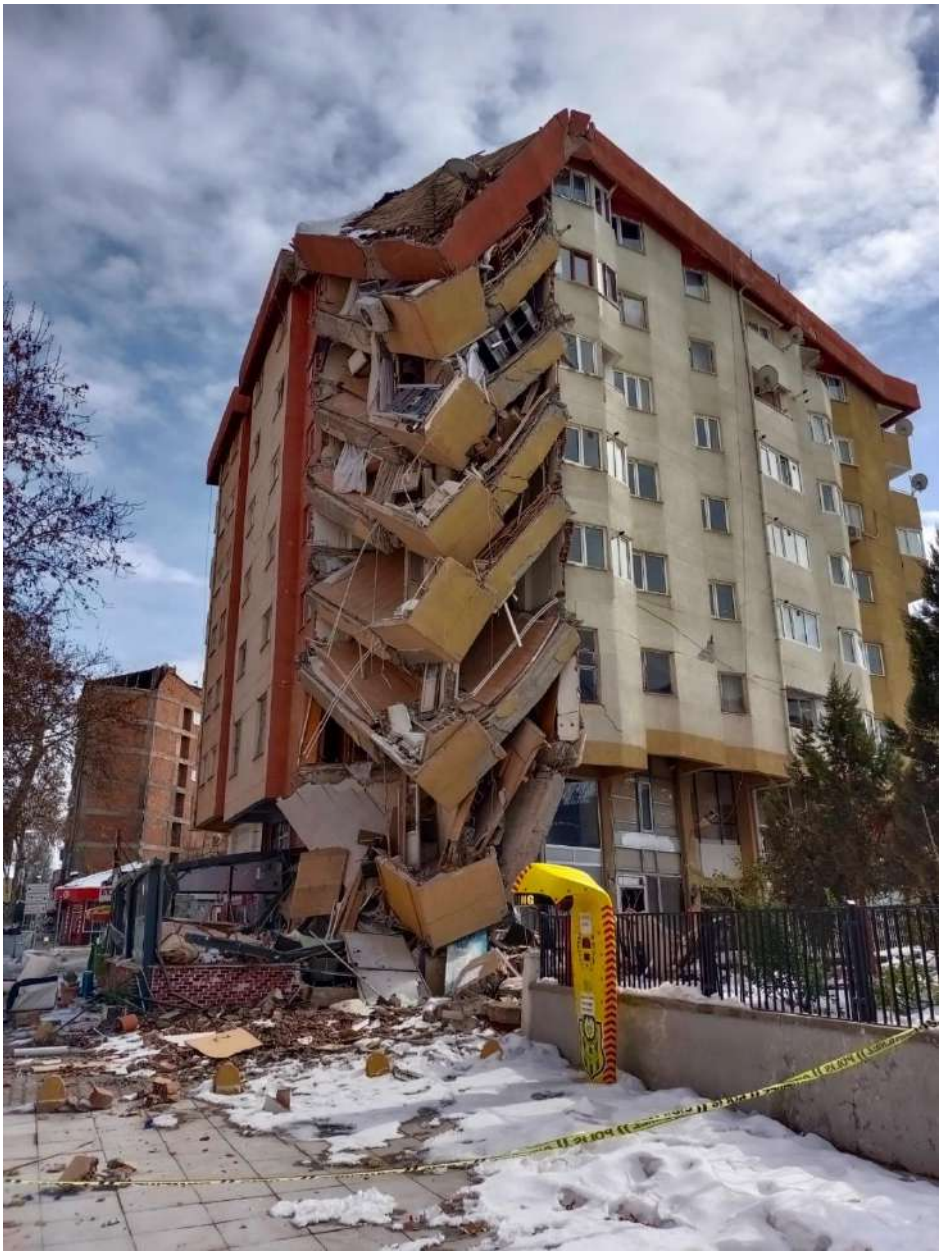


Fig. 1. The damaged corner zone is presented

In addition to column damage, widespread cracking and crushing were observed in the masonry infill walls of the upper stories, indicating significant loss of lateral stiffness and load redistribution capacity. The building belongs to a residential housing complex and was originally designed according to the Turkish seismic provisions in force at the time (TBC 1975). The structural system consists of reinforced concrete columns, beams, solid slabs, and shear walls arranged to resist gravity and lateral loads. A representative floor plan, covering a total area of 408 m², is shown in **Fig. 2**, where the layout of vertical and horizontal load-carrying elements and the positions of the damaged columns are identified.

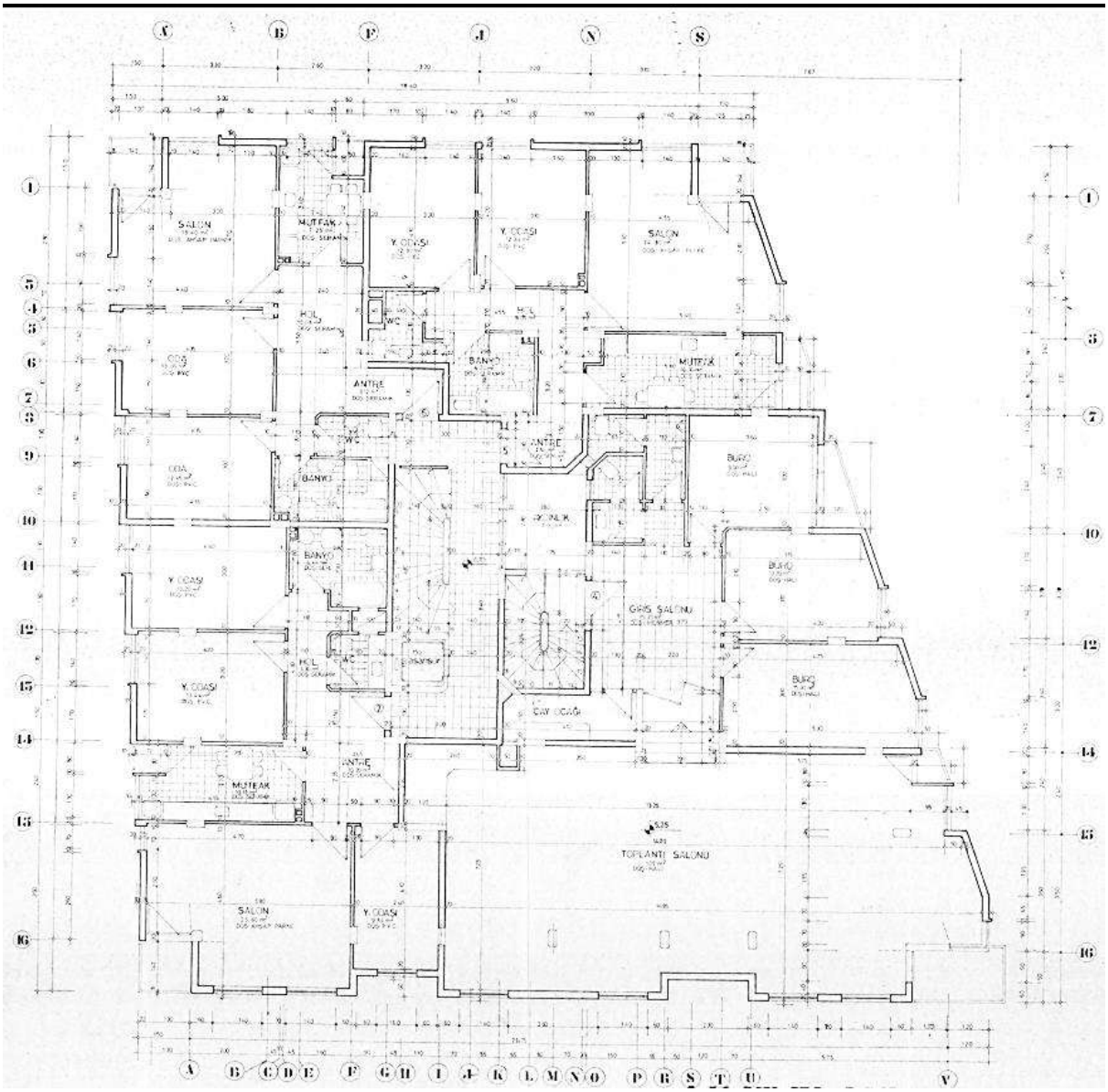


Fig. 2. A representative floor plan

Material properties used for modelling were defined based on original design documents and field evaluations, and are summarized in **Table 1**. The story heights are 6.1 m at the ground floor and 2.65 m at all upper levels. Gravity loading in the numerical model consisted of a uniformly distributed live load of 2.0 kN/m² and a total dead load, including superimposed permanent actions and partition wall weights, of 3.62 kN/m².

Table 1. Mechanical properties of concrete and reinforcing steel used in the RC building model.

Material	Property	Value
Concrete	Elastic Modulus	26.71 GPa
	Shear Modulus	10.68 GPa
	Unit Weight	2.5 ton/m³
	Compressive Strength	30 MPa
	Poisson's Ratio	0.20
Reinforcement	Elastic Modulus	203.89 GPa
	Shear Modulus	81.55 GPa
	Unit Weight	7.84 ton/m³
	Yield Strength	420 MPa
	Ultimate Tensile Strength	524.31 MPa
	Poisson's Ratio	0.30

Original structural design drawings, archived at the municipal authority and dating back to 1988, were used to reconstruct the detailed reinforcement and geometry of the building. Column cross-sections and reinforcement arrangements, as reported in **Fig. 3.**

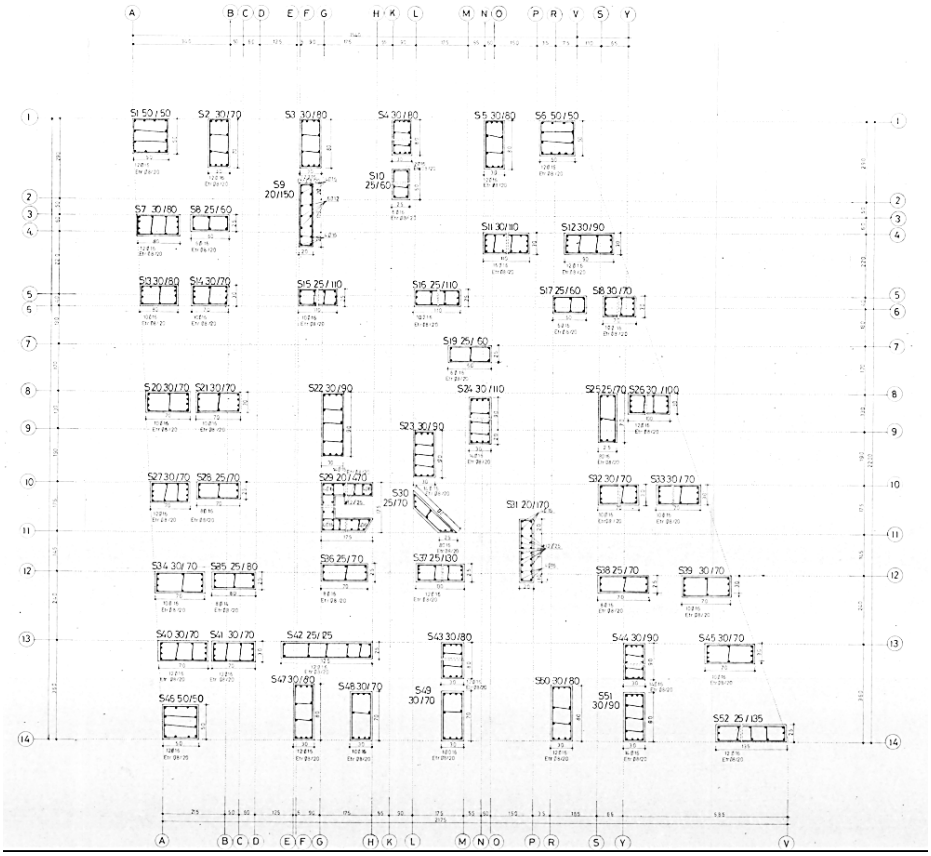


Fig. 3. Column cross-sections and reinforcement arrangements

Similarly, beam elements were categorized into hidden beams and drop beams, with their corresponding geometric dimensions and reinforcement detailing illustrated in **Fig. 4**. The floor system consists of a cast-in-place reinforced concrete slab with a total thickness of 180 mm for the mezzanine floor slab, 120 mm for the corner slabs on standard floors, and 100 mm for the other slabs on standard floors.

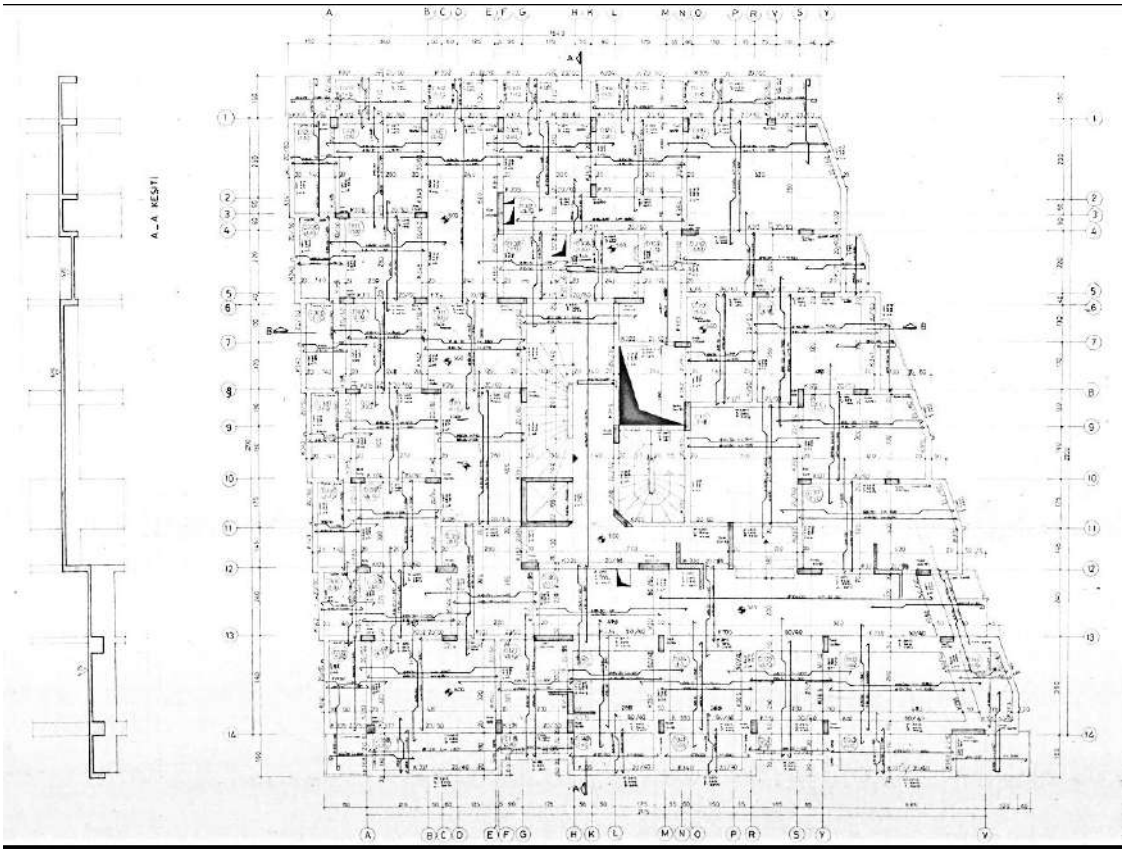


Fig. 4. Beams' geometric dimensions and reinforcement detailing

Based on these geometric and material characteristics, a detailed three-dimensional numerical model of the partially damaged structure was developed using the Extreme Loading for Structures (ELS) software, as presented in **Fig. 5**. The model explicitly incorporated the damage observed in the field, allowing simulation of stiffness degradation and loss of load-carrying capacity in critical regions. Model credibility was verified by comparing simulated load-redistribution paths and progressive collapse patterns with actual post-earthquake observations.

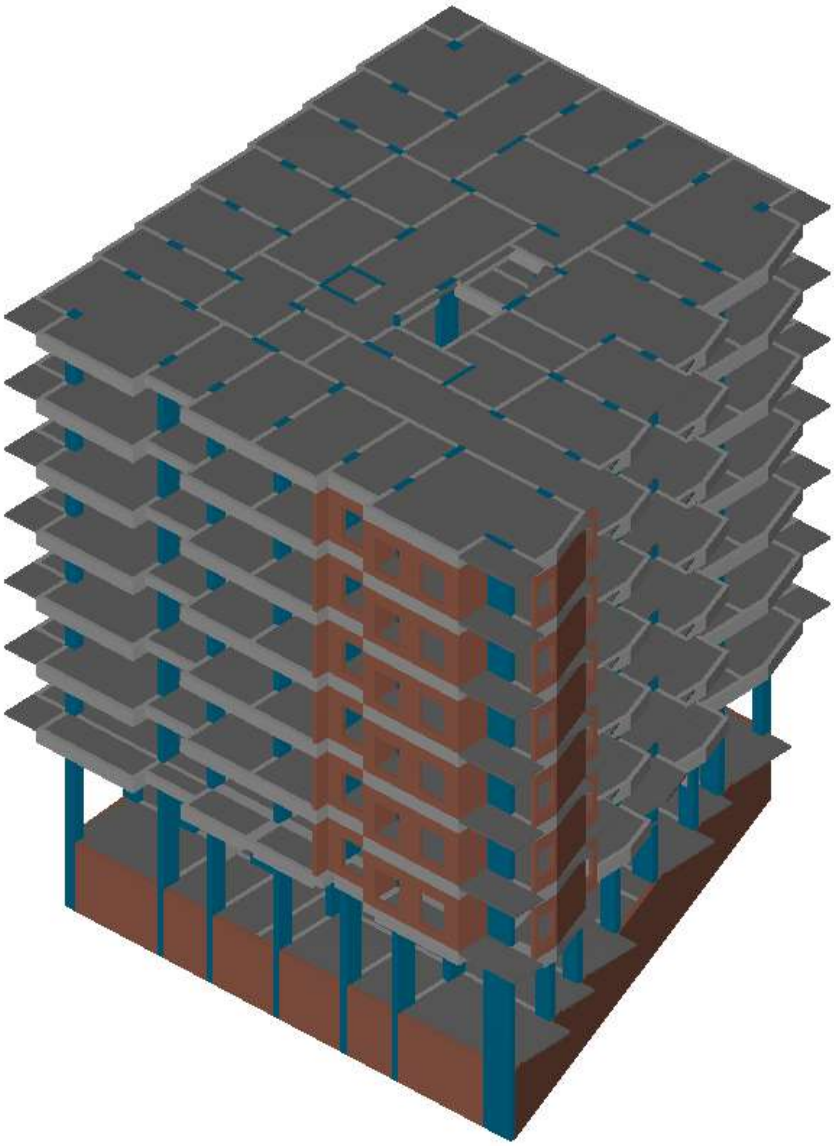


Fig. 5. Three-dimensional numerical model using ELS software

3. NON-LINEAR TIME HISTORY ANALYSIS

Nonlinear time history analysis represents one of the most advanced approaches for assessing the seismic response of structural systems, particularly for multi-story reinforced concrete buildings. This methodology involves subjecting a detailed numerical model to real recorded seismic accelerograms, allowing a realistic simulation of structural behavior under highly dynamic and nonlinear conditions, including material yielding, stiffness degradation, and cumulative damage effects.

In this study, nonlinear dynamic analyses were carried out using ground motion records obtained from the 6 February 2023 earthquake sequence. The recorded motions were selected from the station closest to the building site in Malatya. The first earthquake was characterized by a very strong peak ground acceleration (PGA) of approximately 0.6 g, while the second earthquake followed a PGA of 0.2 g. The applied acceleration time histories in the X and Y directions are presented in **Fig. 6**.

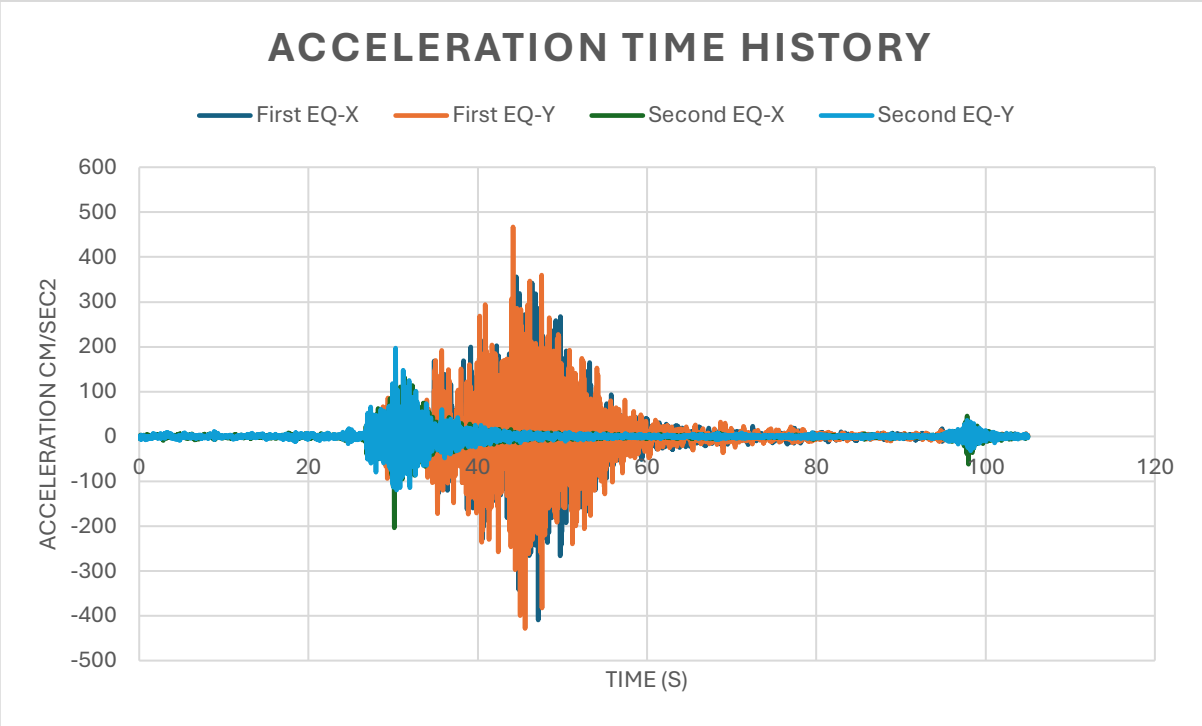


Fig. 6. Acceleration time history in the X-direction & Y-direction (AFAD, 2023)

The numerical simulations clearly captured the influence of both consecutive earthquake events on the structural response of the case-study building. The analyses revealed that the configuration of the structure, particularly the relatively large height of the ground story, significantly contributed to increased lateral demands and concentration of damage. These inherent weaknesses, which were amplified by the sequential earthquake loading, were consistent with the severe damage observed during post-event field surveys.

4. Results

The nonlinear dynamic analyses performed using the Extreme Loading for Structures (ELS) software provided detailed insight into the evolution of damage in the case-study building under sequential earthquake loading. The numerical results showed that the ground-floor corner column, with a clear height of approximately 6.0 m, was the most critical structural element governing the global failure mechanism.

During the application of the first earthquake, the corner column reached its maximum stress demand, with significant concentrations of combined axial force and shear stresses developing at the column ends. Although global instability did not occur during the first event, the simulations indicated substantial stiffness degradation, cracking, and residual deformation in the column. These damage states reduced the effective load-carrying capacity of the member prior to the onset of the second earthquake.

When the second earthquake record was applied to the already damaged model, the numerical results showed rapid amplification of lateral deformations in the corner frame. The corner column exhibited out-of-plane instability and buckling behavior, followed by a sudden loss of axial load resistance. This instability initiated a local collapse mechanism at the corner of the structure, which subsequently propagated upward to the upper stories. The progressive failure pattern predicted by the model is illustrated in **Fig. 7.**

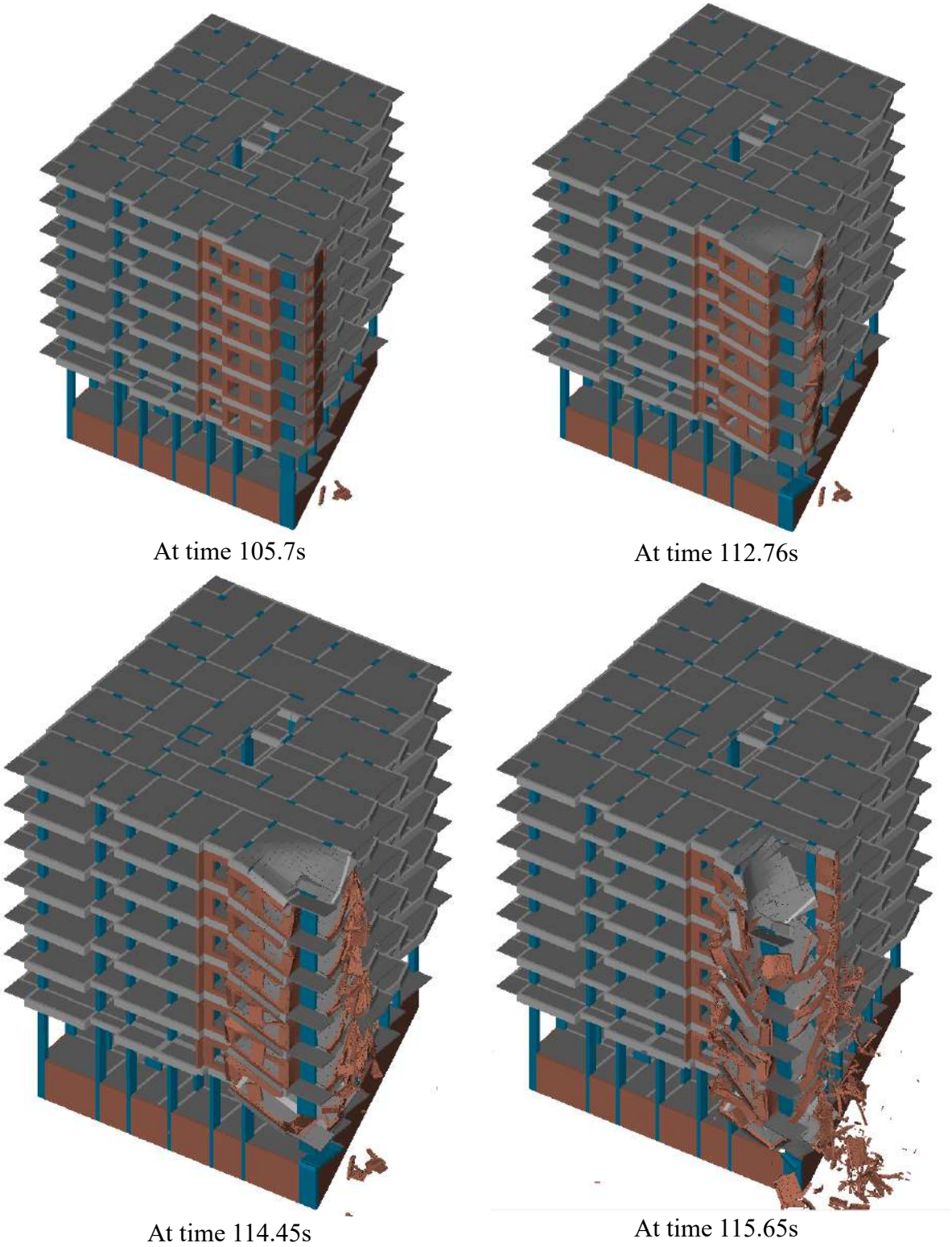


Fig. 7. The progressive failure pattern predicted by the model

The ELS results clearly demonstrated that the column did not fail due to strength exceedance alone during the first seismic event; rather, the cumulative damage and residual deformations

from the first earthquake significantly reduced the stability margin, allowing buckling and axial failure to occur almost immediately upon the start of the second earthquake.
The results confirm that sequential earthquake effects can trigger instability modes such as column buckling and progressive collapse that might not be captured when considering single-event analyses.

5. Conclusions

This study investigated the seismic performance of an eight-story reinforced concrete residential building in Malatya subjected to the 6 February 2023 Türkiye earthquake sequence using nonlinear time-history analysis and damage-based numerical modelling in Extreme Loading for Structures (ELS). The results highlight the critical influence of sequential earthquake loading on the stability and collapse resistance of existing reinforced concrete buildings.
The numerical simulations demonstrated that the ground-floor corner column with a clear height of approximately 6.0 m governed the global failure mechanism. During the first earthquake, this column reached its maximum stress state and experienced significant stiffness degradation and residual deformation without immediate collapse. When the second earthquake was applied, the accumulated damage triggered rapid buckling instability and loss of axial load capacity, leading to localized collapse of the building corner and upward propagation of failure. This behavior confirms that the damage accumulation from the first event significantly reduced the structural safety margin prior to the second earthquake.
The predicted collapse mechanism showed strong agreement with post-earthquake field observations reported in Malatya and nearby regions. These findings provide clear evidence that single-event seismic assessments may underestimate collapse risk when structures are exposed to earthquake sequences.
The study confirms that nonlinear time-history analysis combined with progressive damage modelling is a reliable approach for capturing the complex failure mechanisms induced by sequential seismic events. The results also emphasize the vulnerability of buildings designed according to older seismic codes, particularly those with soft or weak ground stories and stiffness irregularities.
From a practical perspective, the outcomes of this research support the need to explicitly incorporate mainshock–aftershock and sequential earthquake scenarios into performance-based seismic assessment and retrofitting strategies for existing reinforced concrete buildings. Special attention should be given to the design and strengthening of ground-floor corner columns and soft-story regions in seismic-risk areas.

References

Hatzivassiliou, M., & Hatzigeorgiou, G. D. (2015). Seismic sequence effects on three-dimensional reinforced concrete buildings. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *72*, 77-88. https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2015.02.005

Abdelnaby, A. E., & Elnashai, A. S. (2014). Performance of Degrading Reinforced Concrete Frame Systems Under the Tohoku and Christchurch Earthquake Sequences. *Journal of Earthquake Engineering*, *18*(7), 1009–1036. https://doi.org/10.1080/13632469.2014.923796

Pujol, S., Bedirhanoglu, I., Donmez, C., Dowgala, J. D., Eryilmaz-Yildirim, M., Klaboe, K., ... & Sonmez, E. (2024). Quantitative evaluation of the damage to RC buildings caused by the 2023 southeast Turkey earthquake sequence. *Earthquake Spectra*, *40*(1), 505-530. https://doi.org/10.1177/87552930231211208

Binici, B., Yakut, A., Kadas, K. *et al.* Performance of RC buildings after Kahramanmaraş Earthquakes: lessons toward performance based design. *Earthq. Eng. Eng. Vib.* **22**, 883–894 (2023). https://doi.org/10.1007/s11803-023-2206-8

Dedeoglu, I. O., Yetkin, M., Tunc, G., & Ozbulut, O. E. (2025). Evaluating earthquake-induced damage in Dogansehir, Malatya after 2023 Kahramanmaras earthquake sequence: Geotechnical and structural perspectives. *Journal of Building Engineering*, 112266. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.112266

Amadio, C. L. A. U. D. I. O., Fragiacomo, M., & Rajgelj, S. A. N. D. R. A. (2003). The effects of repeated earthquake ground motions on the non-linear response of SDOF systems. *Earthquake engineering & structural dynamics*, *32*(2), 291-308. https://doi.org/10.1002/eqe.225

Li, Q., & Ellingwood, B. R. (2007). Performance evaluation and damage assessment of steel frame buildings under main shock–aftershock earthquake sequences. *Earthquake engineering & structural dynamics*, *36*(3), 405-427. https://doi.org/10.1002/eqe.667

Hosseinpour, F., & Abdelnaby, A. E. (2017). Effect of different aspects of multiple earthquakes on the nonlinear behavior of RC structures. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *92*, 706-725. https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2016.11.006

Srinath, G., & Gopikrishna, K. (2024, September). Influence of Repeated Earthquake events on Structural Response of Multi-storeyed RC buildings. In *Structures* (Vol. 67, p. 106911). Elsevier. https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.106911

Adhikari, R., Jha, P., Gautam, D., & Fabbrocino, G. (2019). Seismic strengthening of the Bagh Durbar heritage building in Kathmandu following the Gorkha earthquake sequence. *Buildings*, *9*(5), 128. https://doi.org/10.3390/buildings9050128

Jadallah, M., Almustafa, M.K., Doğangün, A. *et al.* Nonlinear analysis of historical Toptaş minaret and FRP strengthening for sequence earthquake events. *J Build Rehabil* **10**, 57 (2025a). https://doi.org/10.1007/s41024-025-00566-z

Jadallah, M., Alghamri, R., & Doğangün, A. (2025b). Seismic retrofitting of the historic Şirvani Mosque using fiber-reinforced polymer (FRP): A case study. *Engineering Failure Analysis*, 109898. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2025.109898

Jadallah, M., Cicos, C., & Doğangün, (2024c). Evaluation of Earthquake Behaviour of Historic Şirvani Mosque's Stone Minaret. *6TH INTERNATIONAL BLACK SEA MODERN SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS*

Jadallah, M., Almustafa, M. K., Doğangün, A., & Nehdi, M. L. (2025d). Performance of X and Inverted V Bracing Systems in Controlling Progressive Collapse of Reinforced Concrete Buildings. *Results in Engineering*, 105812. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105812

Jadallah, M., Alghamri, R., & DOĞANGÜN, A. (2025e). Progressive collapse behaviour of reinforced concrete buildings under multiple column loss: Influence of slab type and beam depth. *Journal of Building Engineering*, *115*. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.114550

Jadallah, M., & DOĞANGÜN, A. (2025f). Comparative analysis of ribbed and solid slabs in enhancing progressive collapse resistance of RC buildings following multiple column loss. *Conference: 4th International Civil Engineering & Architecture Conference*, DOI: 10.31462/icearc2025_ce_sme_217

Mohieldin O, Jadallah M, Cicos C, Mehdi F, Sağıroğlu S, Doğangün A. Evaluating progressive collapse in multi-story buildings: Influence of slabs and building height. *Advances in Structural Engineering*. 2025;0(0). doi:10.1177/13694332251383309

TAMARINDUS INDICA (DEMİRHİNDİ) MEYVESİNDE OKSİDAN/ ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ

Ergül BELGE KURUTAŞ [1] , Seda İKİKARDEŞ[2]
Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Kahramanmaraş

ÖZET

Giriş: Bitkilerle tedavi geleneksel tedavi, tamamlayıcı tedavi, doğal tedavi gibi farklı isimlerle, gelişmemiş ülkeler başta olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde kullanılmaktadır. *Tamarindus indica* (Demirhindi), Afrika ve Güney Asya'ya özgü Caesalpiniaceae alt familyasının çok amaçlı, tropikal, yaprak dökmeyen baklagil türlerinin bir üyesidir. Küresel pazarda ticarileştirilmiş az sayıdaki tropikal tıbbi bitkilerden biri olup Asya'da Tayland, Bangladeş, Endonezya; Amerika'da ise Meksika ve Kosta Rika gibi ülkelerde de sıklıkla bulunmaktadır. Zengin antioksidan içeriği, doğal şekerleri, organik asitleri ve fitokimyasal bileşikleri nedeniyle hem bilimsel araştırmalarda hem de geleneksel tıpta dikkat çekmiştir. İlk defa yapılan bu çalışmamızda, *Tamarindus indica* meyve ekstrelerinde oksidan/antioksidan durumun araştırılması amaçlandı.

Materyal ve Metot: Çalışma kapsamına taze *Tamarindus indica* meyve kısımları alındı ve bir bıçak yardımıyla parçalanması sağlandı. Bu işlem sonrası parçalanan meyve kısımları %1,15 KCI ile homojenize edildi. Elde edilen bitki homojenatları 14.000 rpm'de 30 dakika santrifüj edilerek supernantlar elde edildi. Supernatantlarda antioksidan enzimler olarak superoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) aktiviteleri ile oksidatif stresin göstergesi olan malondialdehit (MDA) düzeyleri spektrofotometrik olarak ölçüldü.

Bulgular: Taze *Tamarindus indica* meyvesinde SOD aktivitesi: 3,54±0,15 Ü/mg protein, CAT aktivitesi: 0,954±0,08 Ü/mg protein, ve MDA düzeyleri 1,57±0,09 nmol/mg protein olarak bulundu.

Sonuç: Çalışma kapsamında kullanılan *Tamarindus indica* meyvesi fitokimyasal özelliklerinden dolayı yüksek antioksidan kapasiteye ve düşük düzeylerde oksidatif strese sahip oldukları gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tamarindus indica, antioksidan enzimler, oksidatif stres, meyve ekstresi

OXIDANT/ANTIOXIDANT CAPACITY IN TAMARINDUS INDICAN (TAMARIND) FRUIT

ABSTRACT

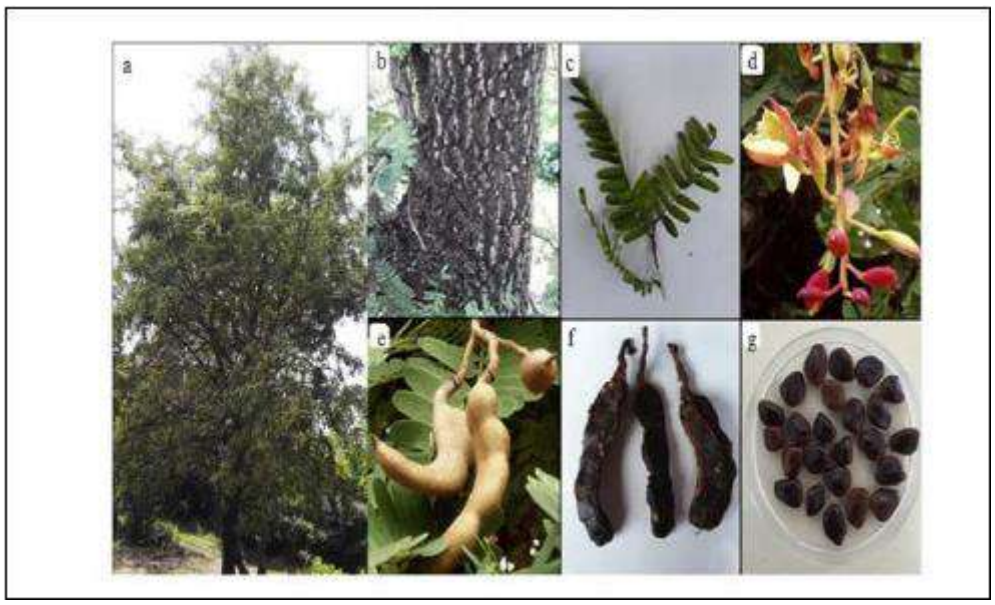
Introduction: Herbal therapy, under various names such as traditional therapy, complementary therapy, and natural therapy, is used in many countries around the world, particularly in underdeveloped countries. Tamarindus indica (Tamarindus indica) is a member of the Caesalpiniaceae subfamily, a multipurpose, tropical, evergreen legume species native to Africa and South Asia. It is one of the few commercialized tropical medicinal plants on the global market and is commonly found in countries such as Thailand, Bangladesh, and Indonesia in Asia, and Mexico and Costa Rica in the Americas. Its rich antioxidant content, natural sugars, organic acids, and phytochemical compounds have attracted attention in both scientific research and traditional medicine. This study, conducted for the first time, aimed to investigate the oxidant/antioxidant status of Tamarindus indica fruit extracts.

Materials and Methods: Fresh Tamarindus indica fruit sections were taken and crushed using a knife. Following this process, the crushed fruit sections were homogenized with 1.15% KCl. The resulting plant homogenates were centrifuged at 14,000 rpm for 30 minutes to obtain supernatants. The antioxidant enzymes superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) activities, as well as malondialdehyde (MDA) levels, an indicator of oxidative stress, were measured spectrophotometrically in the supernatants.

Findings: In fresh Tamarindus indica fruit, SOD activity was found to be 3.54±0.15 U/mg protein, CAT activity was found to be 0.954±0.08 U/mg protein, and MDA levels were found to be 1.57±0.09 nmol/mg protein.
Conclusion: Due to their phytochemical properties, the Tamarindus indica fruit used in this study was observed to have high antioxidant capacity and low levels of oxidative stress.
Keywords: Tamarindus indica, antioxidant enzymes, oxidative stress, fruit extract

GENEL BİLGİLER

Tamarindus indica (Fabaceae) yenilebilen bir bitki olup Hintçe'de "demirhindi" ve "imli" olarak isimlendirilir (1). Bu tropikal meyve, geleneksel tıpta yara iyileşmesi, iltihaplanma, dizanteri, ishal, mide ve boğaz ağrısı, paraziter enfeksiyonlar, göz hastalıkları, romatizma, solunum yolu rahatsızlıkları, sıtma, ateş, hücre sitotoksisitesi tedavilerinde kullanılır. Aynı zamanda gıda takviyesi olarak da tüketilir (2).
Demirhindi (*Tamarindus indica* L.- *T. indica*), Fabaceae (Leguminosae) familyasındandır. Asya ülkeleri, Amerika ve Afrika başta olmak üzere 50'den fazla ülkede yetiştirilir (3). Orta veya büyük ebatlı, yaprak dökmeyen, 24 m yüksekliğe ve 7 m genişliğe ulaşabilen bir ağaç türüdür (3). (Resim 1) (1).



Resim 1. *Tamarindus indica* (1)

Farooq ve ark. (2022) meyve posasında zengin içerikli şeker ve C vitamini bulmuşlardır. Bu nedenle meyve suyu konsantrelerinin, şurupların, et soslarının ve turşuların içeriğine eklenerek kullanılır. Genellikle salamaura, meyve suyu ya da infüzyon haline getirilir (4).
Meyvenin besin kompozisyonu incelendiğinde karbonhidrat ~%70, protein ~%7.5, yağ ~%3, lif ~%4.5 ve nem ~%15.50 şeklinde bulunmuştur (5).
Meyve özü (pulp) şeker, pektin, furan türevleri, malik asit, süksinik asit, formik asit, asetik asit, karboksilik asit, sitrik asit ve flobatannin içermektedir (3). *T. indica* oksidatif stres azalmasından ve serbest radikallerin nötralizasyonundan görevli olan karotenoidler, flavonoidler ve fenolik asitler içerir. *T. indica* içeriğindeki temel antioksidan bileşikler faklı analizlerle saptanan *T. indica*'nın genel antioksidan aktivitesine katkı sağlar (6).
Meyveye karakteristik ekşi tadı veren tartarik asit verir. Bu asit, özellikle *Aspergillus flavus* gibi türlere karşı antifungal özelliklere sahiptir (7).
T. indica; güçlü antioksidan, antidiyabetik, anti-inflamatuar, hipolipidemik, antimikrobiyal, antiproliferatif ve hepatoprotektif etkilere sahiptir (8).

Kırmızı kan hücre zarlarını stabilize edip iltihabı kurutur ve meyve sularındaki antinokiseptif etkiler metabolizmayı destekler (1). Hayati enzimleri bloke eder, bakteriyel hücre zarlarının yapısını bozar ve antibiyotik duyarlılıklarını artırır (1). α-amilaz ve α-glukozidazı bloke edip insülin duyarlılığını artırır, pankreatik β hücrelerini muhafaza eder (1). İnflamasyonu ve oksidatif stresi azaltıp lipid peroksidasyonunu inhibe eder ve kardiyomiyopatiye karşı koruma görevindedir (1). *T. indica* meyve özütü postprandiyal hiperglisemiyi düşürme potansiyelinde olan güvenli doğal bir antidiyabetik ajan olarak yerini almıştır (9).

Antioksidan savunma sistemi
Oksidatif stres; oksidan-antioksidan dengenin oksidan leyhine bozulmasıyla lipid peroksidasyonu ve serbest oksijen radikallerinin (SOR) organizmada fazla miktarlarda toplanıp hücrelerin hasarıyla sonuçlanması durumudur. Oluşan hasarları önleyip detoksifikasyonu sağlamak için vücutta "antioksidan" olarak tanımlanan ve savunmadan görevli bileşikler bulunur (10).
Tamarindus indican (demirhindi) meyvesi antioksidan bakımından yüksek içeriğe sahiptir.

MATERYAL METOD

Çalışma kapsamına taze *T. indica* meyve kısımları alındı ve bir bıçak yardımıyla parçalanması sağlandı. Bu işlem sonrası parçalanan meyve kısımları %1,15 KCI ile homojenize edildi. Elde edilen bitki homojenatları 14.000 rpm'de 30 dakika santrifüj edilerek supernantlar elde edildi. Supernatantlarda antioksidan enzimler olarak superoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) aktiviteleri ile oksidatif stresin göstergesi olan malondialdehit (MDA) düzeyleri spektrofotometrik olarak ölçüldü.

SOD Aktivite Tayini
T. indica supernatantlarında SOD aktivitesi Fridovich yöntemiyle belirlendi (11). Bu yöntemin temel prensibi; SOD, oluşan oksidatif enerjide açığa çıkan toksik süperoksit radikallerinin hidrojen peroksit (H_2O_2) ve moleküler oksijene dismutasyonunu hızlandırır. Bu metod, 2-[4-iyodofenil]-3-[4-nitrofenol]-5-feniltetrazoliyum klorid (piyodonitrotetra zoliyum viyolet: INT) ile XO ve ksantinin açığa çıkardığı süperoksit radikallerinin üretildiği kırmızı formazan boyasının 505 nm dalga boyunda oluşturduğu optik dansitenin (O.D) okunması yöntemine dayanır (11).

CAT Aktivite Tayini
T. indica supernatantlarında CAT aktivitesi Beutler yöntemiyle belirlendi. Yöntemin prensibi, H_2O_2 substratının CAT ile enzimatik olarak yıkılımının 240 nm'de izlenmesi temeline dayanır (12). CAT, H_2O_2'nin yıkımını katalizler ve H_2O_2'nin CAT tarafından yıkım hızı, H_2O_2'nin 230 nm'de ışığı absorbesinden yararlanılıp spektrofotometrik olarak ölçülmüştür.

Lipit Peroksidasyonunun Belirlenmesi (MDA Analizi)
T. indica supernatantlarında MDA düzeyi Ohkawa yöntemiyle belirlendi. Yöntemin prensibi, aerobik şartlarda pH 3.40'da tiyobarbitürik asit (TBA) ile örneğin 90-95°C'de inkübasyonu sonucunda açığa çıkan lipit peroksidasyonunun sekonder ürünü olan MDA'nın TBA ile pembe renkli kompleks oluşturma prensibine dayanır. Açığa çıkan renk şiddeti ortamdaki MDA konsantrasyonu ile doğru orantılı olup 532 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür (13).

BULGULAR

Analizlerimiz sonucu çalışmamızda, taze *Tamarindus indica* meyvesinde SOD aktivitesi: 3,54±0,15 Ü/mg protein, CAT aktivitesi: 0,954±0,08 Ü/mg protein, ve MDA düzeyleri 1,57±0,09 nmol/mg protein olarak bulundu.

Tamarindus indica meyvesinin SOD, CAT ve MDA düzeyleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. *Tamarindus indica* meyvesinin SOD, CAT ve MDA düzeyleri

	Superoksit Dismutaz (Ü/mg protein)	Katalaz (Ü/mg protein)	Malondialdehit (nmol/mg protein)
Tamarindus indica	3,54±0,15	0,954±0,08	1,57±0,09

TARTIŞMA

T. indica; güçlü antioksidan, antidiyabetik, anti-inflamatuar, hipolipidemik, antimikrobiyal, antiproliferatif ve hepatoprotektif etkilere sahiptir (8).

İnflamasyonu ve oksidatif stresi azaltıp lipid peroksidasyonunu inhibe eder ve kardiyomiyopatiye karşı koruma görevindedir (1).

Bu çalışmada incelenen *T. indica* meyvesinin antioksidan kapasitesi, literatürdeki benzer çalışmalarla kıyaslandığında tutarlı bulgular göstermektedir.

Farooq ve arkadaşlarının kapsamlı fitokimyasal incelemesi, pulp ekstraktlarının fenolik yapısıyla antioksidan etkinlik arasında doğru orantı olduğunu göstermiştir; bu durum da bizim bulgularımızla örtüşmektedir. Yaptıkları kapsamlı çalışma antioksidan kapasitenin fenolik içerikle açıklanabileceğini desteklemektedir (4).

Etukudo ve ark. (2024) (14) ise *T. indica*'nın oksidatif stres ve nörodejenerasyonla bağlantılı durumlarda gösterdiği nöroprotektif etkilere vurgu yapmış; yapısındaki flavonoidlerin ve diğer fitokimyasalların, nöronal hücreleri hasardan koruma kapasitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Fenolik bileşikler, anti-inflamatuar ve antioksidan etkilere sahip olup, flavonoidler ise hücresel yaşlanmayı yavaşlatıp bağışıklık sistemini hızla güçlendirmekte; sitrik asit, tartarik asit gibi organik asitler ise sindirimi desteklemekte ve bağırsak sağlığına katkı sağlamakta; mineraller (potasyum, demir ,magnezyum) ise kan basıncını düzenleyip kas fonksiyonlarını düzenlemektedir (14; 15).

Ooi ve Ali (2013) (16) tarafından yapılan in vivo çalışmalarda *T. indica* meyve püresi ekstraktının lipid peroksidasyonu markerlarını azalttığını ve antioksidan enzim aktivitesini artırdığını bulmuşlardır. Bu çalışmalardan çıkan sonuç, izlenen radikal süpürme aktivitesinin in vitro çalışmalarda fonksiyonel olarak anlamlı olabileceğini düşündürmüştür (16). Sonuç olarak, çalışmaların translasyonel değerinin artması için sadece in vitro değerlerin sonuçlanmasıyla kısıtlı kalınmaması; şayet mümkünse in vivo olarak da çalışılması ya da hücresel modellerle desteklenmesi gerekmektedir.

Çözücü seçiminin antioksidan verimliliği üzerindeki etkisi ve ekstraksiyon yöntemine literatürde üzerinde durulmaktadır. Etil asetat, su, etanol ya da metanol ile yapılan fraksiyonlaştırmalar değişik fenolik profiller oluşturmakta ve bu duruma bağlı olarak DPPH/ABTS/FRAP sonuçlarında farklılıklar izlenmektedir (17). Bu sebeplerden dolayı ulaşılan sonuçların kıyaslanmasında ekstraksiyon parametreleri, numune hazırlama (örn. spray-dry, kurutma) verilerinin ve hangi solventin kullanıldığının açıkça belirtilmesi önemlidir. Bu durum, antioksidan kapasitesinde artış ya da düşüşe sebep açabilir.

Öte yandan literatürde dikkat çeken bazı sınırlamalar da vardır. Numunelerin coğrafi kaynağı, ekstraksiyon parametreleri, olgunluk derecesi, analiz protokolleri ve çalışmalar arası sonuçların direkt karşılaştırılmasını zorlaştıran heterojenlik durumudur. İlaveten çoğu çalışma tek antioksidan testiyle sınırlı olmakta; oysaki birden fazla (DPPH + FRAP + ABTS + total

fenolik) ölçüm bir arada snuçlandığında daha güvenilir bir antioksidan profil oluşabilir (17; 4). Bu sebeple, gelecekte yapılacak olan araştırmalarda kontrol numuneleriyle (Trolox eşdeğerleri, standart antioksidanlar) ve multiparametrik bir yaklaşımın benimsenmesiyle çalışmaların yürütülmesi önerilir.

Pratiklik açısından değerlendiridiğinde, hedef eğer kozmetik ya da gıda katkı maddesi ise, biyoyararlanım/deri geçirgenliği gibi parametreler ve ekstraktların stabilite çalışmaları (pH, ışık, depolama koşulları, ısı) ele alınmalıdır. Aynı zamanda in vivo etkinliğin sağlanması için toksikolojik ve farmakodinamik olarak değerlendirmek gerekir. Ooi ve Ali (2013) (16) gibi çalışmalar, pulp ekstraktının etkinliğini ve güvenirliğini açığa çıkarmada örnek teşkil edebilir (16).

SONUÇ

İlk defa yapılan bu çalışmamızda, *T. indica* meyve ekstrelerinde oksidan/antioksidan durumun araştırılması amaçlandı.

Çalışma kapsamında kullanılan *T. indica* meyvesi fitokimyasal özelliklerinden dolayı yüksek antioksidan kapasiteye ve düşük düzeylerde oksidatif strese sahip oldukları gözlenmiştir.

Sonuç olarak, *T. indica* meyve püresinin antioksidan kapasitesini mevcut literatür desteklemektedir. Fakat uygulamadaki eksiklikler ve çalışmalardaki metodolojik farklılıklar *T. indica* potansiyelinin ürün geliştirilmesine aktarımında bazı belirsizliklere neden olmaktadır. Geleceğe yönelik olarak, çoklu antioksidan testleri, stabilite ve uygulamaya yönelik çalışmalarla beraber in vivo doğrulamalar, standartlaştırılmış ekstraksiyon protokolleri, *T. indica* pulp ekstraktlarının kozmetik ve gıda endüstrisinde güvenli bir şekilde tüketilmesi için gereklidir (4; 17; 16).

Bu çalışmadan elde ettiğimiz veriler, *T. indica* 'nın doğal bir antioksidan ve sağlık destekleyici ajan olarak tanımlanabileceğini bize göstermiştir.

KAYNAKLAR

1. Sevinç, T. A. Y., & SARIBULAK, E. TAMARİND BİTKİSİNİN DİYABET ÜZERİNE ETKİSİ1. *yaz*, 126

2. Komakech, R., Kim, Y. G., Matsabisa, G. M., & Kang, Y. (2019). Anti-inflammatory and analgesic potential of Tamarindus indica Linn. (Fabaceae): a narrative review. Integrative Medicine Research, 8(3), 181-186.

3. Uzlaşır, T., SASMAZ, H. K., & KELEBEK, H. (2025). Effect of infusion time on the biochemical composition of Tamarindus indica. International Congresses of Turkish Science and Technology Publishing, 1499-1505.

4. Farooq, S., Munir, R., Imtiaz, K., Sehar, S., Khurshid, A., Yunus, N., Kanwal, A., Majeed, Y., & Gillani, F. S. A. (2022). *Phytochemical investigation and antioxidant activities of tamarind (Tamarindus indica L.).* Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 50(3), 12892. doi:10.15835/nbha50312892

5. Sadiq, S., Duruminiya, N. I., Balogun, J. B., kwada, D., and Izuagie T. (2016). Nutritional and Anti-nutritional Value of Tamarind Fruit (Tamarindus indica). Int. J. App. Res. Tech., 5,(3), 50-56.

6. Waqas, M., Us-Saqib, N., Ur-Rashid, S., Shah, A., Akhtar, N., & Murtaza, G. (2013). Screening of various botanical extracts for 3antioxidant activity using DPPH free radical method, African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines, 10, 6, 452. https://doi.org/10.4314/ajtcam.v10i6.9

7. Kachapulula, P., Bandyopadhyay, R. & Cotty, P. (2019). Aflatoxin contamination of non-cultivated fruits in Zambia", Frontiers in Microbiology, 10. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01840

8. El -Siddig, K.(2006). Tamarind: Tamarindus Indica L. 1, (Crops for the Future).

9. Krishna, R. N., Anitha, R., & Ezhilarasan, D. (2020). Aqueous extract of Tamarindus indica fruit pulp exhibits antihyperglycaemic activity. Avicenna Journal of Phytomedicine, 10(5), 440.
10. İkikardeş, S., & Kurutaş, E. B. (2025). Farklı Rambutan Meyve Ekstraktlarında Katalaz, Superoksit Dismutaz ve Malondialdehit Düzeyleri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *13*(3), 714-718.
11. Fridovich I. Superoxide dismutase. Adv Enzymol 1974; 41:35–97.
12. Beutler, H. O. (1984). A new enzymatic method for determination of sulphite in food. *Food chemistry*, *15*(2), 157-164.
13. Ohkawa, H., Ohishi, N., & Yagi, K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical biochemistry*, *95*(2), 351-358.
14. Etukudo, E.M., Mwabaleke, J.A., Makeri, D., Archibong, V.B., Ifie, J., Usman, I.M. (2024). A review on the neuroprotective potential of tamarindus indica: evidence from preclinical studies done between 2016 to 2023, KIU Journal of Health Sciences, 4, 1, 119-131.https://doi.org/10.59568/kjhs-2024-4-1-12
15. Pratiwi, I., Normasari, R., & Prasetyo, R. (2020). The effectiveness of Tamarindus indicaextract in total osteoblast cells of male Wistar rats'femur bone induced by aluminium, Journal of Agromedicine and Medical Sciences, 6, 2, 110. https://doi.org/10.19184/ams.v6i2.17813
16. Ooi, T. C., & Ali, A. M. (2013). *In Vivo Biochemical and Gene Expression Analyses of the Antioxidant Activities and Hypocholesterolaemic Properties of Tamarindus indica Fruit Pulp Extract.* PLOS ONE, 8(7), e68903.
17. Bio-active compounds, antibacterial and antioxidant activities of methanol extract of Tamarindus indica Linn. (2022). Journal of Food Science and Technology / PMC. (Tam metin PDF: PMC kaynağı)

METHODOLOGICAL APPROACHES AND SCIENTIFIC DOCUMENTATION IN ARCHAEOLOGICAL EXCAVATIONS

ARKEOLOJİK KAZILARDA YÖNTEMSEL YAKLAŞIMLAR VE BİLİMSEL BELGELEME SÜREÇLERİ

Erkan FİDAN
Bilecik Seyh Edebali University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Bilecik

ABSTRACT

Archaeological excavations are fundamental field methods aimed at systematically uncovering the material culture of past societies. Excavations encompass not only the recovery of artifacts but also their contextual and chronological interpretation. Today, three main types of excavations are commonly conducted: research excavations, rescue excavations, and trial trenches (test excavations). Research excavations are long-term academic projects, while rescue excavations document threatened sites before construction projects. Test excavations provide stratigraphic insights into potential archaeological areas. The most widely used modern technique is stratigraphic excavation, in which each layer is documented separately and analyzed through a Harris Matrix. Additionally, geophysical prospection, digital recording, 3D modeling, and archaeometric analyses (including C-14 dating, soil, pollen, metal, and bone studies) are integral to contemporary fieldwork. Excavations in Turkey adhere to both national regulations and international ethical frameworks, concluding with conservation, restoration, and reporting phases. These methodological advances have transformed archaeological excavations from mere discovery processes into essential practices for the sustainable management of cultural heritage.

Keywords: Archaeological excavation, stratigraphy, documentation, geophysics, archaeometry, cultural heritage

ÖZET

Arkeolojik kazılar, geçmiş toplumların maddi kültürünü sistematik olarak ortaya çıkarmayı amaçlayan temel saha araştırma yöntemlerindendir. Kazılar, yalnızca buluntuların keşfini değil, aynı zamanda bu buluntuların bağlamsal ve kronolojik analizini de kapsar. Günümüzde kazılar, üç ana kategori altında yürütülmektedir: bilimsel (araştırma) kazıları, kurtarma kazıları ve sondaj kazıları. Bilimsel kazılar akademik amaçlı olup uzun soluklu çalışmalardır; kurtarma kazıları ise baraj, otoyol veya inşaat projeleri öncesinde tehdit altındaki kültürel mirasın belgelenmesine yöneliktir. Sondaj kazıları, potansiyel arkeolojik alanların stratigrafik yapısını anlamak için uygulanır. Modern kazılarda en yaygın yöntem stratigrafik kazıdır; her tabaka ayrı ayrı belgelenir ve "Harris Matrisi" aracılığıyla ilişkileri analiz edilir. Ayrıca jeofizik ön incelemeler, dijital belgeleme, 3D modelleme ve arkeometrik analizler (C-14, polen, toprak, metal, kemik incelemeleri) bilimsel sürecin ayrılmaz parçaları haline gelmiştir. Türkiye'de yürütülen kazılar, hem ulusal mevzuat hem de uluslararası etik ilkeler çerçevesinde korunma, restorasyon ve raporlama aşamalarıyla tamamlanmaktadır. Bu yöntemsel gelişmeler, arkeolojik kazıların yalnızca geçmişi ortaya koymakla kalmayıp kültürel mirasın sürdürülebilir yönetiminde de belirleyici rol oynamasını sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arkeolojik kazı, stratigrafi, belgeleme, jeofizik, arkeometri, kültürel miras

1. Introduction

Excavation represents the most tangible interface between archaeology and the material record of human history. It is a process that combines scientific rigor with interpretive sensitivity, aiming to uncover, record, and analyze stratified contexts. While excavation has existed since antiquarian practices in the 18th and 19th centuries, its modern scientific form emerged in the late 19th century through pioneers such as Flinders Petrie and Wheeler, who formalized stratigraphic and contextual recording. Today, excavation is no longer seen as mere artifact recovery but as a highly systematic, multidisciplinary operation integrating conservation, analytical sciences, and digital technologies (Renfrew & Bahn, 2020).

2. Theoretical Framework

The theoretical foundations of excavation have evolved in parallel with archaeological thought. The processual paradigm of the 1960s promoted hypothesis-driven excavation, emphasizing quantifiable data and stratigraphic integrity. Later, the post-processual movement (Hodder, 2023) introduced reflexivity, emphasizing the interpretive nature of excavation and the importance of context, agency, and symbolism in material remains. Modern excavation integrates both perspectives, viewing fieldwork as both data collection and interpretive dialogue. The concept of 'reflexive excavation' underscores that every decision—where to dig, what to document, and how to interpret—is shaped by theoretical and ethical choices.

3. Excavation Types and Procedures

Archaeological excavations are typically classified into three main categories: research excavations, rescue excavations, and test (trial) excavations. Research excavations are conducted under academic institutions, focusing on long-term scientific objectives such as stratigraphy, architecture, and artifact analysis. Rescue excavations, by contrast, are emergency operations aimed at salvaging archaeological data from sites threatened by construction or environmental changes. These are often time-sensitive and emphasize rapid documentation. Test excavations, meanwhile, are exploratory trenches designed to assess stratigraphic potential before large-scale excavation. Each type demands rigorous documentation, including context sheets, plans, and photographic records, to ensure reproducibility and data transparency (Hodder 2023).

4. Stratigraphic and Recording Methods

The core of modern excavation lies in stratigraphic methodology, governed by the law of superposition. Each layer (or context) represents a discrete episode in the archaeological sequence. The 'Harris Matrix', introduced by Edward Harris in 1979, remains the fundamental tool for visualizing stratigraphic relationships. Excavation proceeds layer by layer, with meticulous recording of spatial coordinates, soil characteristics, and artifact associations. Contemporary projects employ digital total stations, drones, and photogrammetry to create 3D stratigraphic models. These models facilitate both on-site interpretation and post-excavation analysis. Context-based recording ensures that archaeological data are not isolated objects but interconnected elements of human behavior and environmental change.

5. Archaeometric and Scientific Analyses

Excavation has increasingly become an interdisciplinary science through the incorporation of archaeometric techniques. Carbon-14 dating, isotope analysis, and microstratigraphy enable precise chronological and environmental reconstructions. Soil chemistry and phytolith analysis reveal activity areas, while residue and metallurgical analyses shed light on technological

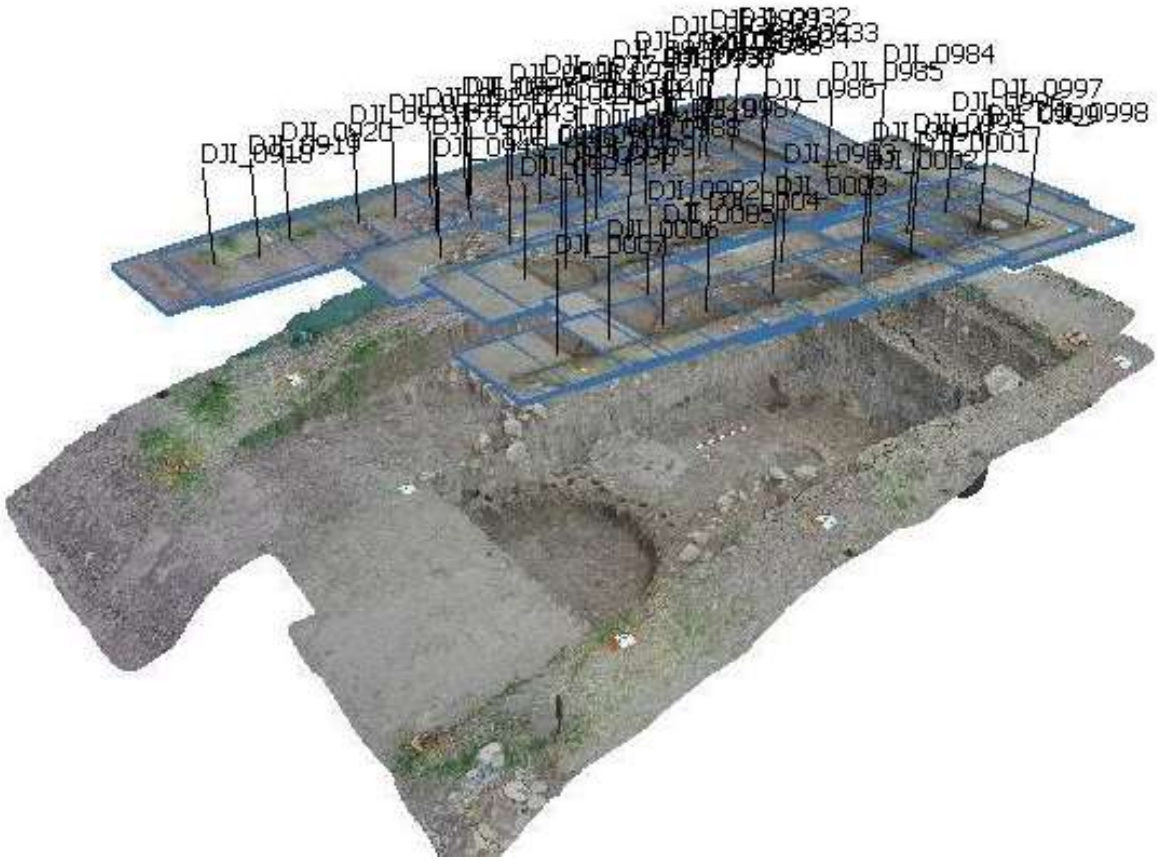
processes. Advances in biomolecular archaeology—such as DNA and proteomic analysis—expand our understanding of ancient populations and material origins. These laboratory-based studies complement excavation data, allowing holistic reconstructions of past societies. The integration of laboratory sciences within excavation design exemplifies the shift toward evidence-based, reproducible archaeology.

6. Ethics, Conservation, and Heritage Management

Ethical excavation practices prioritize the preservation of cultural heritage over extraction. International frameworks such as the UNESCO 1970 Convention and the ICOMOS Charter emphasize the protection of archaeological sites as non-renewable resources. Conservation begins in the field: artifacts are stabilized, catalogued, and stored under controlled conditions. Public reporting, transparency, and the inclusion of local communities have become integral components of ethical excavation. In Turkey, the 'Asar-i Atika' regulations and subsequent cultural heritage laws institutionalized these principles, banning the export of antiquities and ensuring state ownership of discoveries. This legal and ethical infrastructure forms the basis for responsible archaeology in a global context.

7. Digital and Reflexive Excavation

Digital archaeology has profoundly influenced excavation workflows. Geographic Information Systems (GIS), Ortho photo, Building Information Modeling (BIM), and 3D visualization allow real-time data integration and spatial analysis. Field tablets and cloud-based recording systems facilitate immediate data sharing among teams. These developments underscore excavation not as a destructive act, but as a reconstructive process that preserves knowledge through digital means.



Vision 1: Ortho photo teknical from Bahçelievler Settlement

8. Case Study: Excavations in Turkey

Turkey's archaeological landscape offers a unique laboratory for methodological innovation. From Troy and Hattusa to Göbekli Tepe and Tavşanlı Höyük (Seçer Fidan and Fidan 2024), excavations have integrated stratigraphic rigor with digital documentation. The post-2000 era has seen increased emphasis on rescue excavations due to infrastructure projects, leading to advancements in rapid documentation and conservation. Universities such as Ankara, Ege, and Istanbul have spearheaded excavation methodologies that combine local expertise with international collaboration. These projects highlight Turkey's leadership in balancing scientific excellence with heritage stewardship.

9. Conclusion

Modern archaeological excavation represents the intersection of science, ethics, and cultural preservation. It requires methodological rigor, interdisciplinary collaboration, and technological fluency. As new analytical tools emerge, excavations are increasingly becoming collaborative, data-rich, and reflexive enterprises. The Turkish model—rooted in legislation, institutional support, and educational investment—illustrates how excavation can simultaneously advance knowledge and protect heritage. Future excavation strategies will likely emphasize open-access data, sustainability, and the democratization of archaeological knowledge.

References

Barker, P. (1993). Techniques of Archaeological Excavation Routledge.
Harris, E. C. (1979). Principles of Archaeological Stratigraphy. Academic Press.
Hodder, I. (2023). Reflexive Methodology in Archaeological Excavation. Polity Press.
Renfrew, C., & Bahn, P. (2020). Archaeology: Theories, Methods, and Practice. Thames & Hudson.
Seçer Fidan, S., & Fidan, E. (2024). Kütahya Tavşanlı Höyük'ten son Tunç Çağı'na ait bir mühür. *In* A. Nejat Bilgen'e Armağan (pp. 91-100). İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları

CONTEMPORARY APPROACHES AND METHODOLOGICAL ADVANCES IN ARCHAEOLOGICAL SURFACE SURVEYS

ARKEOLOJİK YÜZEY ARAŞTIRMALARINDA ÇAĞDAŞ YAKLAŞIMLAR VE YÖNTEMSEL GELİŞMELER

Erkan FİDAN
Bilecik Seyh Edebali University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Bilecik

ABSTRACT

Surface surveys are among the fundamental archaeological methods that enable the systematic collection of data without excavation. Modern archaeology has enhanced these surveys through technological innovation and interdisciplinary integration, allowing for more precise and interpretable results. Contemporary surface surveys are generally divided into two categories: extensive and intensive. While extensive surveys provide a preliminary overview of large areas, intensive surveys focus on collecting detailed data within smaller regions. Methods such as GPS-based mapping, geophysical techniques (magnetometry, ground-penetrating radar, electrical resistivity), and remote sensing (LIDAR, satellite imagery) are widely applied. Data obtained from these approaches are processed using Geographic Information Systems (GIS) for spatial analysis and digital documentation. In recent years, public engagement, digital preservation, and participatory approaches have transformed surface surveys into vital tools for cultural heritage management. In this context, Turkey stands out internationally with nearly 750 excavation and survey projects conducted under the supervision of both local and foreign researchers.

Keywords: Archaeology, surface survey, geophysical methods, remote sensing, GIS, cultural heritage

ÖZET

Yüzey araştırmaları, arkeolojik verilerin kazıya gerek duyulmaksızın sistematik biçimde toplanmasını sağlayan temel yöntemlerden biridir. Modern arkeoloji, teknolojik yeniliklerin ve disiplinlerarası analizlerin entegrasyonu sayesinde yüzey araştırmalarını daha hassas ve yorumlanabilir hale getirmiştir. Günümüzde yüzey araştırmaları, iki ana kategoride sınıflandırılır: geniş (extensive) ve yoğun (intensive) yüzey araştırmaları. Geniş yüzey araştırmaları, geniş alanların genel arkeolojik potansiyelini belirlemeye yönelik ön incelemeler sağlarken, yoğun yüzey araştırmaları daha dar alanlarda ayrıntılı veri toplama olanağı sunar. Bu süreçte GPS tabanlı haritalama, Jeofiziksel yöntemler (manyetometri, jeoradar, elektriksel rezistivite) ve uzaktan algılama (LIDAR, uydu görüntüleri) gibi teknolojiler etkin biçimde kullanılmaktadır. Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) yardımıyla elde edilen veriler dijital ortama aktarılmakta ve mekânsal analizlerle yerleşim örüntüleri yorumlanmaktadır. Son yıllarda toplum katılımı, dijital belgeleme ve koruma odaklı yaklaşımlar yüzey araştırmalarını yalnızca bilimsel bir etkinlik olmaktan çıkarıp kültürel mirasın korunmasında önemli bir araç haline getirmiştir. Bu bağlamda Türkiye, 750'ye yakın kazı ve yüzey araştırmasıyla uluslararası ölçekte öne çıkan bir konuma sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Arkeoloji, yüzey araştırması, jeofizik yöntemler, uzaktan algılama, GIS, kültürel miras

1. Introduction

Archaeological surface surveys have long served as the primary bridge between landscape observation and excavation-based research. Defined as systematic investigations of the

archaeological record visible on the surface, surveys provide crucial information on settlement patterns, environmental adaptation, and long-term cultural processes (Barker, 1993). Unlike excavations, they offer a non-destructive means to map cultural heritage across vast areas, allowing for regional interpretations rather than site-specific narratives. The importance of surface survey methodologies has increased significantly with technological progress, especially through GIS, remote sensing, and digital recording systems (Renfrew & Bahn, 2020). These tools have transformed archaeology from a site-centered discipline to one emphasizing spatial analysis and landscape context.

2. Theoretical Background

The theoretical development of surface surveys has evolved alongside shifts in archaeological thought. Processual archaeology of the 1960s and 1970s emphasized settlement archaeology and quantitative spatial analysis (Binford, 1962). This movement prioritized systematic sampling and predictive modeling. In contrast, post-processual approaches highlighted interpretive and contextual dimensions, focusing on how surface visibility, land use, and taphonomic processes influence archaeological data (Hodder, 2023). Contemporary theory integrates both perspectives, balancing empirical precision with reflexivity, and acknowledging that surface data are shaped by both cultural and natural processes. Modern surveys now incorporate cultural landscape studies and participatory archaeology, broadening the epistemological scope of archaeological investigation.

3. Methods and Techniques

Surface surveys can be broadly categorized into two methodological types: extensive and intensive. Extensive surveys cover large regions to identify general archaeological distributions and settlement hierarchies. These surveys often use low-density transect walking, offering rapid assessment but limited detail. Intensive surveys, in contrast, focus on smaller areas with higher-resolution recording, typically employing transects spaced at 5–10 meters. Collected artifacts are mapped using GPS or total station instruments, with all finds assigned to grid coordinates. This dual-scale methodology allows archaeologists to balance regional scope with local precision. Modern protocols emphasize standardized documentation, integrating photogrammetry, soil sampling, and artifact quantification.

Vision 1: Intensive survey at Tavşanlı Höyük at Kütahya (Fidan 2021)

4. Technological Innovations in Surface Survey

Technological advances have revolutionized how archaeologists conduct surface surveys. GIS enables spatial analysis of artifact distributions, settlement density, and environmental relationships. Remote sensing methods—including satellite imagery, aerial photography, and LiDAR—facilitate the detection of buried or obscured features without ground disturbance. In forested areas, LiDAR is particularly effective in revealing hidden topographies and anthropogenic features. Geophysical techniques such as magnetometry, ground-penetrating radar (GPR), and electrical resistivity further enhance survey precision by detecting subsurface

structures. Also geoarchaeological drills uses at surveys. These datasets are integrated within GIS platforms to produce 3D landscape models, enabling diachronic analysis of human-environment interactions. Recent studies in Anatolia demonstrate how the combination of these tools provides holistic insight into settlement continuity and transformation.

Vision 2: Geoarchaeological drills in a survey

Vision 3: Ground-penetrating radar (GPR) in a survey

5. Discussion: Turkey in the International Context

Turkey represents a unique case study in the evolution of surface survey methodologies. Since the establishment of the Turkish Historical Society in the early 20th century and the enactment of heritage protection laws, the country has been at the forefront of archaeological research in the Near East. Today, over 750 excavations and surveys are conducted annually under the supervision of the Ministry of Culture and Tourism. Turkish surveys integrate both international collaborations and local expertise, fostering a model of participatory and sustainable archaeology. Projects such as the Ilisu Dam salvage operations and regional studies in Central Anatolia have demonstrated how extensive and intensive methods can be combined effectively. Additionally, the inclusion of local communities in heritage management initiatives exemplifies the broader shift toward public archaeology and cultural stewardship.

6. Conclusion

Surface surveys occupy a vital role in the contemporary archaeological landscape, bridging the gap between non-invasive research and traditional excavation. Their methodological diversity—ranging from pedestrian reconnaissance to advanced remote sensing—reflects the adaptability of archaeology to new technologies and theoretical paradigms. As the discipline continues to evolve, future surveys will increasingly rely on open data sharing, citizen participation, and sustainable research design. In this respect, Turkey's integrative approach offers an instructive example for global archaeological practice, demonstrating that surface archaeology can simultaneously advance scientific knowledge and preserve cultural heritage.

References

Barker, G. (1993). Archaeology of the Landscape. Oxford: Clarendon Press.

Binford, L. R. (1962). Archaeology as Anthropology. American Antiquity, 28(2), 217–225.

Fidan, E. (2021). Geo-archaeological and geophysical investigation on the Early Bronze Age layers of Tavşanlı Höyük (Inland Western Anatolia*)*. Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 21(2), 211-225.*

Hodder, I. (2023). Archaeological Theory Today (3rd ed.). Polity Press.

Renfrew, C., & Bahn, P. (2020). Archaeology: Theories, Methods, and Practice (8th ed.). Thames & Hudson.

EFFECTS OF WATER DEFICIT AND METHIONINE TREATMENT ON MINERAL CONTENT IN EGGPLANT LEAVES AND ROOTS

KURAKLIK STRESİ VE METİYONİN UYGULAMASININ PATLICAN YAPRAK VE KÖKLERİNDEKİ MİNERAL İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ertan YILDIRIM
Prof. Dr., Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Atatürk University, Erzurum, Türkiye
Metin TURAN
Prof. Dr., Department of Agricultural Trade and Management, Faculty of Economy and Administrative Sciences, Yeditepe University, Istanbul, Türkiye
Melek EKİNCİ
Prof. Dr., Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Atatürk University, Erzurum, Türkiye
Selda ORS CIRIK
Prof. Dr., Department of Agricultural Structures and Irrigation, Agriculture Faculty, Atatürk University, Türkiye
Murat AYDIN
Prof. Dr., Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Atatürk University, Erzurum, Türkiye
Esma YİĞİDER
Dr. Öğr. Üyesi, Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Atatürk University, Erzurum, Türkiye

ÖZET

Kuraklık, dünya çapında en yaygın olarak yetiştirilen sebze gruplarından biri olan Solanaceae familyası için de önemli sorunlar oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra su stresi patlıcanda bitki büyümesini, gelişimini, verimini ve meyve kalitesini belirgin şekilde olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, bu çalışmada, su stresi altındaki patlıcan fidelerinin fizyolojisinde esansiyel bir amino asit olan metioninin rolü araştırılmıştır. Çalışmada, dışsal olarak uygulanan metioninin farklı sulama seviyelerinde (%100 ve %50 tarla kapasitesi) patlıcan fidelerinin fizyolojik tepkilerini özellikle mineral besin elementi içeriklerini nasıl modüle ettiği incelenmiştir. Bu kapsamda, 0 mg/L kontrol, 10 mg/L ve 20 mg/L metioninin uygulamalarının hem yaprak hem de köklerdeki mineral içeriği (N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Zn, B, Cu ve Na) üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. %50 tarla kapasitesinde sulama, her iki dokuda da mineral element seviyelerinde genel bir azalmaya neden olmuştur. Stressiz koşullarda (%100 tarla kapasitesi), metiyonin uygulamaları mineral içeriğini önemli ölçüde artırarak bitki büyümesine ve gelişimine katkıda bulunmuştur. En kritik bulgu, metiyonin uygulamalarının su eksikliğinde stres kaynaklı mineral içeriğindeki azalmaları önemli ölçüde azaltarak bitki kuraklık toleransını artırmasıdır. Sonuçlar, metiyoninin bitki büyümesi ve gelişimi için önemli bir destekleyici olduğunu ve mineral alımı ve düzenlenmesinde aktif rol oynadığını göstermektedir. Stres koşullarında besin dengesini koruma kapasitesi metiyonini, sınırlı su kaynaklarına sahip tarım alanlarında potansiyel bir stres azaltıcı biyostimülan haline getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Patlıcan, Kuraklık, Metiyonin, Mineral İçeriği, Stres

ABSTRACT

Drought also poses significant problems for the Solanaceae family, one of the most widely cultivated vegetable groups worldwide. In addition, water stress significantly impacts plant growth, development, yield, and fruit quality in eggplant. Therefore, this study examined the role of methionine, an essential amino acid, in the physiology of eggplant seedlings under water stress. We investigated how exogenously applied methionine modulated physiological responses, including mineral content, in eggplant seedlings under different irrigation levels (100% and 50% of field capacity). The study examined the effects of 10 mg/L and 20 mg/L methionine, and a control group of 0 mg/L, on the mineral content (N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Zn, B, Cu, and Na) of both leaves and roots. Irrigation at 50% field capacity caused a general reduction in mineral element levels in both tissues. Under non-stressed conditions (100% field capacity), methionine applications significantly increased mineral content, contributing to plant growth and development. The most critical finding was that methionine applications significantly mitigated stress-induced decreases in mineral content under water deficit, increasing plant drought tolerance. The results demonstrated that methionine is an essential promoter of plant growth and development, playing an active role in mineral uptake and regulation. Its ability to maintain nutrient balance under stress conditions makes it a potential stress-mitigating biostimulant in agricultural areas with limited water resources.

Keywords: Eggplant, Drought, Methionine, Mineral Content, Stress

INTRODUCTION

Drought, an increasing problem worldwide, causes serious economic losses as well as yield and quality losses in agricultural production, and poses a serious threat to the production of food sufficient to feed the growing world population. A series of physiological, morphological and biochemical changes occur due to drought stress, which results in the disruption of the water balance between plant tissues and the decrease in water potential in the cells (Farooq et al., 2009; Anjum et al., 2011). Drought stress directly affects plant vital functions. Plants close their stomata to reduce water loss, reducing photosynthesis and respiration. Furthermore, reduced turgor pressure leads to leaf shrinkage and delayed root and shoot development (Farooq et al., 2009; Anjum et al., 2011; Farooq et al., 2012). Stress disrupts biochemical processes involving plant mineral content, hormone metabolism, and enzyme activity (Wahab et al., 2022). In parallel with increased levels of hormones such as ABA, stomatal closure in plants accelerates aging (Pirasteh-Anosheh et al., 2016; Kaur et al., 2016). As a result, inadequate growth in agricultural production, yield and quality decline, and, in severe cases, plant mortality is observed.

Eggplant, one of the important vegetable species of the Solanaceae family, has an important place in nutrition due to the components such as minerals and vitamins it contains. For the healthy development of eggplant plants, which are grown in significant quantities in the world and in our country, regular and adequate irrigation should be done without drying the soil, especially in the period from fruit set to harvest (Perween and Ansari, 2021). During drought stress, eggplant plants quickly close their stomata to reduce water loss, while the reduced photosynthesis rate inhibits energy production and growth. Drought affects the mineral content of eggplant plants in complex ways, altering nutrient levels in fruits as well as plant tissues such as roots and leaves. Stress causes eggplant fruits to remain small and flowers and young fruits

to drop, resulting in significant losses in yield and quality (Wakchaure et al., 2020; Hannachi et al., 2022).

Methionine, an essential amino acid containing sulfur and a starting point for protein synthesis, is effective in increasing tolerance to various abiotic stresses in plants. This effect cames from its role as a precursor to cysteine, which is essential for the synthesis of glutathione, a powerful antioxidant. It is also involved in the production of S-adenosylmethionine (SAM), a molecule involved in adaptation, and the production of the stress response hormone ethylene and polyamines that maintain cellular homeostasis. It plays a role in regulating plant defenses against oxidative stress and adaptive signaling mechanisms (Yin et al., 2016; Bin et al., 2017; Martinez et al., 2017; Trovato et al., 2021).

In this study, changes in the mineral content of plant leaves and roots of exogenously applied methionine to eggplant seedlings under water stress were investigated and its effect on increasing stress tolerance was determined in terms of mineral content.

MATERIALS AND METHODS

In this study, a pot study was conducted in a greenhouse (25°C) to investigate the effects of methionine applied to exogenous eggplant seedlings under water stress on leaf and root mineral content. First, seeds were sown in pots containing perlite:peat (2:1/v:v). Approximately one month later, when the seedlings had 2-3 true leaves, they were transferred to 1.5-liter pots containing soil:sand:peat (2:1:1/v:v:v). M0: 0 mg/L, M1: 10 mg/L, and M2: 20 mg/L methionine solutions were sprayed onto the plant leaves and irrigation was done at 100% and 50% field capacity. The application was repeated three times at one-week intervals. Leaf and root samples were oven-dried at 68°C for 48 hours and ground before being used for analyses. Total nitrogen (N) content was determined using the Kjeldahl method with a Vapodest 10 Fast Kjeldahl Distillation Unit (Gerhardt, Konigswinter, Germany) (Brenmer 1996). Mineral content analysis was performed using an inductively coupled plasma optical emission spectrophotometer (Optima 2100 DV, ICP/OES; Perkin Elmer, Shelton, CT) (Mertens 2005a; Mertens 2005b).
The study used two irrigations, three methionine doses, and three replicates, with six pots per replicate. The experiment was designed using a randomized plot design. Mean data were subjected to analysis of variance, and the significance of differences was assessed using the Duncan test in SPSS.

RESULTS

In the study, a significant decrease occurred in the leaf and root mineral content of eggplant seedlings with water stress, while methionine application increased the mineral content in both normal and stressed plants. Leaf N, P, K, Ca, Mg and S contents decreased by 18%, 9%, 49%, 19%, 96% and 93%, respectively, compared to control plants under water stress, while N, P, mg and S contents in roots decreased by 15%, 22%, 13% and 30%, respectively, while K and Ca contents remained unchanged (Figure 1). The decrease in Mn, Fe, Zn, B, Cu and Na contents in leaves was 48%, 36%, 2%, 18%, 45% and 10%, respectively, while in roots it was 19%, 26%, 20%, 34%, 44% and 42%, respectively (Figure 2).

With methionine applications, increases in N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Zn, B, Cu, and Na contents in leaves of unstressed plants occurred at both application doses. These increases were greatest at 20 mg/L methionine dose and were 76-138%, 55-100%, 27-65%, 24-78%, 54-29%, 7-36%, 11-146%, 1-71%, 19-137%, 35-183%, 2-59%, and 16-26%, respectively. In the roots,

N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Zn, B, Cu and Na contents increased at both application doses and these increases were 3-111%, 50-128%, 11-190%, 16-79%, 6-119%, 20-120%, 29-136%, 9-53%, 17-159%, 5-22%, 22-61% and 1-3%, respectively (Figure 1 and 2). Methionine applications significantly increased mineral content in both leaves and roots under water stress, and these increases were even greater than in unstressed control plants. Leaf Ca and Mg content was highest at 10 mg/L methionine, while other minerals were highest at 20 mg/L methionine in both leaves and roots (Figure 1 and 2).

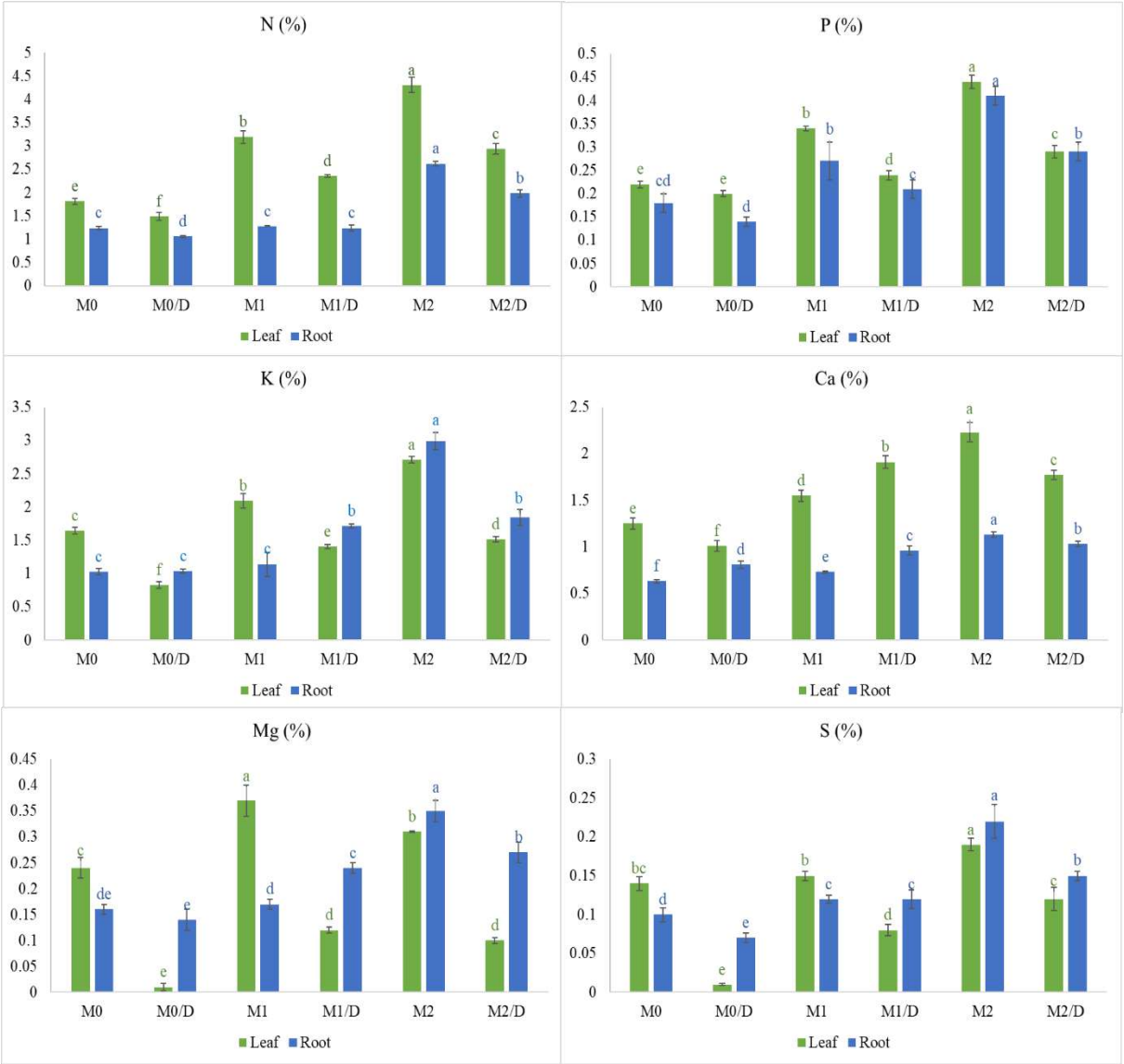


Figure 1. Effects of methionine application on leaf and root N, P, K, Ca, Mg and S contents in drought-stressed eggplant seedlings. There is no statistical difference between means indicated by the same letter in columns marked with the same color.

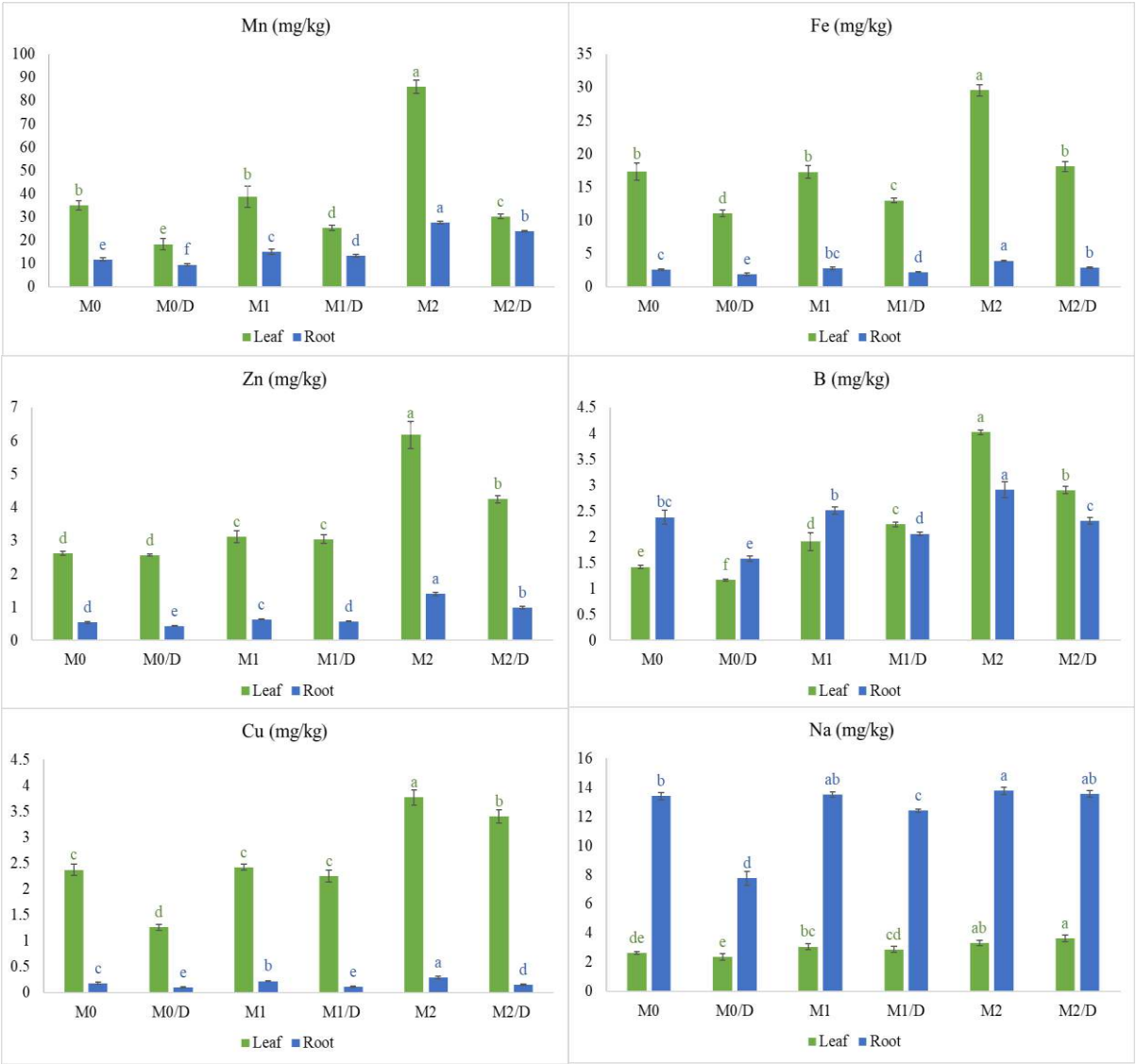


Figure 2. Effects of methionine application on leaf and root Mn, Fe, Zn, B, Cu and Na contents in drought-stressed eggplant seedlings. There is no statistical difference between means indicated by the same letter in columns marked with the same color.

DISCUSSION

In this study, where the effects of drought stress and methionine application on leaf and root mineral content in eggplant seedlings were examined, the mineral substance content decreased by drought stress was balanced with methionine application and the negative effect of stress in this sense was reduced.

Drought stress results in decreased mineral uptake from the soil and altered nutrient distribution within the plant. Minerals reach the plant root surface primarily in dissolved form through transpiration, water movement, and diffusion. When water levels decrease, this mechanism is disrupted, leading to a decrease in the uptake of minerals such as N, K, and P (Da Silva et al., 2011; Rouphael et al., 2012; Etienne et al., 2018). Furthermore, drought stress reduces root growth and development, reducing the plant's access to mineral resources, which in turn leads to a decrease in plant nutrient content (Farooq et al., 2009; Kang et al., 2022). Drought prevents water loss through stomata closure and decreased transpiration, which in turn reduces the mass

flow of minerals from the roots to the upper plant parts (Da Silva et al., 2011; Pirasteh-Anosheh et al., 2016). Studies conducted by other researchers have also shown that various abiotic stresses, especially drought, increase stress damage in eggplant by changing the plant mineral balance (Kiran et al., 2019; Ekinci et al., 2021; Hannachi et al., 2022; Kiran, 2022). As a result, the decrease in these minerals, which play a crucial role in plant physiological processes, increases the effects of stress on the plant.

However, the methionine application we used in the study had an effect on plant growth and stress tolerance by improving the mineral content in both normal and stressed plants. Methionine's effects on plant mineral content are multifaceted. As a direct sulfur-containing amino acid, it supports the synthesis of important compounds such as protein and chlorophyll and improves sulfur metabolism (Ravanel et al., 1998; Brosnan and Brosnan, 2006; Perveen and Hussain, 2021). As a chelating agent for certain elements, it facilitates the uptake of these minerals from the soil through the roots, facilitating their transport within the plant and increasing overall mineral content. (Jacob et al., 2024). Because methionine acts as a precursor to ethylene under stress conditions and supports antioxidant systems, it enhances plant stress tolerance by ensuring the efficiency of mineral uptake (Maqsood et al., 2022; Tian, 2025). This balance, which methionine provides in plant nutrient uptake and transport, allows the plant to be more resilient to various abiotic stress conditions and increases tolerance. Similar results have been obtained in other studies, which have also determined the effects of methionine on stress tolerance in different plants (Merwad et al., 2018; Mehak et al., 2021; Maqsood et al., 2022; Shi et al., 2025).

CONCLUSION

This study found that drought stress caused a significant decrease in the mineral content of eggplant seedling leaves and roots. It was determined that methionine, applied to plants, increased the mineral content of both normal and stressed plants. Methionine, an essential amino acid, was found to alleviate drought stress by increasing the mineral content of the membrane and to be effective in maintaining optimal plant nutrient levels, promoting growth and stress tolerance. Further studies will be useful to clarify the results of this study with other species and stress conditions, and to further elucidate the mechanism of action of methionine.

REFERENCES

Anjum, S. A., Xie, X., Wang, L. C., Saleem, M. F., Man, C., & Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research, 6(9), 2026-2032.

Bin, P., Huang, R., & Zhou, X. (2017). Oxidation resistance of the sulfur amino acids: methionine and cysteine. BioMed Research International, 2017(1), 9584932.

Bremner, J. M. (1996). Nitrogen-total. Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods, 5, 1085-1121.

Brosnan, J. T., & Brosnan, M. E. (2006). The sulfur-containing amino acids: an overview. The Journal of Nutrition, 136(6), 1636S-1640S.

Da Silva, E. C., Nogueira, R. J. M. C., Da Silva, M. A., & De Albuquerque, M. B. (2011). Drought stress and plant nutrition. Plant Stress, 5(1), 32-41.

Ekinci, M., Yildirim, E., & Turan, M. (2021). Ameliorating effects of hydrogen sulfide on growth, physiological and biochemical characteristics of eggplant seedlings under salt stress. South African Journal of Botany, 143, 79-89.

Etienne, P., Diquelou, S., Prudent, M., Salon, C., Maillard, A., & Ourry, A. (2018). Macro and micronutrient storage in plants and their remobilization when facing scarcity: the case of drought. Agriculture, 8(1), 14.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N. S. M. A., Fujita, D. B. S. M. A., & Basra, S. M. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In Sustainable agriculture (pp. 153-188). Dordrecht: Springer Netherlands.

Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., Siddique, K.H.M. (2012). Drought Stress in Plants: An Overview. In: Aroca, R. (eds) Plant Responses to Drought Stress. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32653-0_1

Hannachi, S., Signore, A., Adnan, M., & Mechi, L. (2022). Single and associated effects of drought and heat stresses on physiological, biochemical and antioxidant machinery of four eggplant cultivars. Plants, 11(18), 2404.

Jacob, R. H., Afify, A. S., Shanab, S. M., & Shalaby, E. A. (2024). Chelated amino acids: biomass sources, preparation, properties, and biological activities. Biomass Conversion and Biorefinery, 14(3), 2907-2921.

Kang, J., Peng, Y., & Xu, W. (2022). Crop root responses to drought stress: molecular mechanisms, nutrient regulations, and interactions with microorganisms in the rhizosphere. International Journal of Molecular Sciences, 23(16), 9310.

Kaur, R., Bhardwaj, R., Sharma, R., Kapoor, D., Kohli, S., Kumar, V., & Kaur, P. (2016). Hormonal regulation of drought stress in plants. Water Stress and Crop Plants: A Sustainable Approach, 2, 582-599.

Kiran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., & Ellialtioğlu, Ş. Ş. (2019). Change in physiological and biochemical parameters under drought stress insalt-tolerant and salt-susceptible eggplant genotypes. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 43(6), 593-602.

Kiran, S. (2022). The effects of drought, salt and combined stresses on ion exchanges of eggplant (*Solanum melongena* L.) seedlings. Mediterranean Agricultural Sciences, 35(1).

Maqsood, M. F., Shahbaz, M., Kanwal, S., Kaleem, M., Shah, S. M. R., Luqman, M., Iftikhar, I., Zulfiqar, U., Tariq, A., Naveed, S.A., Inayat, N., Ud Din, M. A., Uzair, M., Kham, M.R., & Farhat, F. (2022). Methionine promotes the growth and yield of wheat under water deficit conditions by regulating the antioxidant enzymes, reactive oxygen species, and ions. Life, 12(7), 969.

Martínez, Y., Li, X., Liu, G., Bin, P., Yan, W., Más, D., Valdivié, M., Andy Hu, C., Ren, W., & Yin, Y. (2017). The role of methionine on metabolism, oxidative stress, and diseases. Amino acids, 49(12), 2091-2098.

Mehak, G., Akram, N. A., Ashraf, M., Kaushik, P., El-Sheikh, M. A., & Ahmad, P. (2021). Methionine-induced regulation of growth, secondary metabolites and oxidative defense system in sunflower (Helianthus annuus L.) plants subjected to water deficit stress. Plos One, 16(12), e0259585.

Mertens, D. (2005a). AOAC Official Method 922.02. Plants preparation of laboratuary sample. Official Methods of Analysis, 18th edn. Horwitz, W., and G. W. Latimer, (Eds). Chapter 3, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaitherburg, Maryland, USA. pp. 1–2.

Mertens, D. (2005b). AOAC Official Method 975.03. Metal in plants and pet foods. Official Methods of Analysis, 18th edn. Horwitz, W., and G. W. Latimer, (Eds). Chapter 3, AOAC International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaitherburg, Maryland, USA. pp. 3–4.

Merwad, A. R. M., Desoky, E. S. M., & Rady, M. M. (2018). Response of water deficit-stressed Vigna unguiculata performances to silicon, proline or methionine foliar application. Scientia Horticulturae, 228, 132-144.

Perveen, S., & Hussain, S. A. (2021). Methionine-induced changes in growth, glycinebetaine, ascorbic acid, total soluble proteins and anthocyanin contents of two *Zea mays* L. varieties under salt stress. JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences, 31(1).

Perween, T., & Ansari, A. M. 2021. Water Management in Eggplant (*Solanum melongena* L.) Cultivation. Solanum Melongena, 125.

Pirasteh-Anosheh, H., Saed-Moucheshi, A., Pakniyat, H., & Pessarakli, M. (2016). Stomatal responses to drought stress. Water stress and crop plants: A Sustainable Approach, 1, 24-40.

Ravanel, S., Gakière, B., Job, D., & Douce, R. (1998). The specific features of methionine biosynthesis and metabolism in plants. Proceedings of the National Academy of Sciences, 95(13), 7805-7812.

Rouphael, Y., Cardarelli, M., Schwarz, D., Franken, P., & Colla, G. (2012). Effects of drought on nutrient uptake and assimilation in vegetable crops. In Plant responses to drought stress: from morphological to molecular features (pp. 171-195). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Shi, B., Li, K., Xu, R., Zhang, F., Yu, Z., Ding, Z., & Tian, H. (2025). Methionine-mediated trade-off between plant growth and salt tolerance. Plant Physiology, 197(3), kiaf074.

Tian, H. (2025). Methionine-mediated trade-off between plant growth and salt tolerance. Plant Physiology, 2025, 00, kiaf074, https://doi.org/10.1093/plphys/kiaf074

Trovato, M., Funck, D., Forlani, G., Okumoto, S., & Amir, R. (2021). Amino acids in plants: Regulation and functions in development and stress defense. Frontiers in Plant Science, 12, 772810.

Wahab, A., Abdi, G., Saleem, M. H., Ali, B., Ullah, S., Shah, W., Mumtaz, S., Yasin, G., Muresan, C.C., & Marc, R. A. (2022). Plants' physio-biochemical and phyto-hormonal responses to alleviate the adverse effects of drought stress: A comprehensive review. Plants, 11(13), 1620.

Wakchaure, G. C., Minhas, P. S., Meena, K. K., Kumar, S., & Rane, J. (2020). Effect of plant growth regulators and deficit irrigation on canopy traits, yield, water productivity and fruit quality of eggplant (*Solanum melongena* L.) grown in the water scarce environment. Journal of environmental management, 262, 110320.

Yin, J., Li, T., & Yin, Y. (2016). Methionine and antioxidant potential. Journal of Antioxidant Activity, 1(2), 17-22.

ROLE OF EXOGENOUS IODINE IN PLANT GROWTH PROMOTION AND STRESS TOLERANCE IN GARDEN CRESS PLANT (*Lepidium sativum* L.) UNDER SALT STRESS

BAHÇE TERESİ BİTKİSİNDE (*Lepidium sativum* L.) TUZ STRESİ ALTINDA BİTKİ BÜYÜMESİNİN TEŞVİKİ VE STRES TOLERANSINDA EKZOJEN İYOTUN ROLÜ

Esma YIGIDER
Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology
Metin TURAN
Yeditepe University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Agribusiness and Management
Melek EKINCI
Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture
Selda ORS CIRIK
Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation
Ertan YILDIRIM
Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture
Murat AYDIN
Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology

ÖZET
Küresel iklim değişikliği tarımsal üretimi de etkilemiş ve bitkilerin maruz kaldığı abiyotik streslerin şiddeti artmıştır. Tuz stresi bu faktörlerin en zararlılarından biridir ve olumsuz etkilerini azaltmak için dışsal uygulamalar da dahil olmak üzere çeşitli stratejiler kullanılmaktadır. İyot, potansiyel düzenleyici işlevleri nedeniyle özel bir ilgi gören bir mineraldir. Çalışmada, bitkisel materyal olarak tere (*Lepidium sativum* L.) kullanılmıştır. Tuz stresi 150 mM NaCl'de uygulanmış ve iyot, yapraklara 40 ve 80 µM potasyum iyodat (KIO_3) püskürtülerek uygulanmıştır. Uygulamaların tere üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak alanı, bitki taze ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök taze ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve yaprak alanı ölçülmüştür. Ek olarak, elektriksel iletkenlik (EC), yaprak bağıl su içeriği (LRWC), klorofil içeriği (a, b ve toplam), hidrojen peroksit (H2O2), malondialdehit (MDA), prolin ve antioksidan enzimler katalaz (CAT), peroksidaz (POD) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktiviteleri analiz edildi. Tuz stresi bitki büyüme parametrelerini düşürdü ve EC, H_2O_2, MDA, prolin ve antioksidan enzim aktivitelerini (CAT, POD ve SOD) artırdı; bu da oksidatif hasarı göstermektedir. Bitki büyüme parametreleri normal koşullar altında önemli ölçüde arttı ve tuz stresinin zararlı etkileri uygulamalarla minimum azalmalarla hafifletildi. Uygulamalar, antioksidan enzim aktivitesini artırarak stresin etkilerini azalttı. Çalışma, iyotun stres toleransını artırıcı etkilerini ortaya koysa da, mekanizmasının ayrıntılı bir şekilde anlaşılması, pratik uygulanabilirliği için daha yararlı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Biyofortifikasyon, Tuzluluk, Tere, Hafifletici Etki

ABSTRACT

Global climate change has also affected agricultural production, and the severity of abiotic stresses to which plants are exposed has increased. Salt stress is among the most detrimental of these factors, and various strategies, including exogenous applications, are used to mitigate its adverse effects. Iodine is a mineral of particular interest due to its potential regulatory functions. In the study, garden cress (*Lepidium sativum* L.) was used as a plant material. Salt stress was applied at 150 mM NaCl, and iodine was applied by spraying leaves with potassium iodate (KIO_3) at 40 and 80 µM. To determine the effects of the treatments on cress, plant height, stem diameter, leaf number, leaf area, plant fresh weight, plant dry weight, root fresh weight, and root dry weight were measured. Additionally, electrical conductivity (EC), leaf relative water content (LRWC), chlorophyll content (a, b, and total), hydrogen peroxide (H_2O_2), malondialdehyde (MDA), proline, and the activities of the antioxidant enzymes catalase (CAT), peroxidase (POD), and superoxide dismutase (SOD) were analyzed. Salt stress reduced plant growth parameters and increased EC, H_2O_2, MDA, proline, and antioxidant enzyme activities (CAT, POD, and SOD), indicating oxidative damage. Plant growth parameters increased significantly under normal conditions, and the damaging effects of salt stress were mitigated by the treatments, with minimal decreases. The treatments reduced the effects of stress by increasing antioxidant enzyme activity. Although the study revealed the stress-tolerance-enhancing effects of iodine, a detailed understanding of its mechanism would be more beneficial for its practical applicability.

Keywords: Biofortification, Salinity, Cress, Mitigation Effect

INTRODUCTION

Salinity is one of the most significant environmental challenges limiting plant productivity, and salinity in irrigation water and soil is among the most important constraints on agricultural production worldwide (Acosta-Motos et al., 2017). Salt stress induces short-term osmotic stress in plants, but in the long term, it causes ion toxicity due to the accumulation of toxic ions (Na^+ and Cl^-). Furthermore, salt stress triggers oxidative stress, resulting in detrimental effects of salinity on plants. Thus, stress symptoms such as slow growth, reduced shoot development, decreased germination rate, and leaf wilting appear in plants, and in advanced stages, even lead to plant death (Hao et al., 2021). Salt stress tolerance is a very complex phenomenon mediated by physiological, biochemical, and molecular mechanisms, and research is underway to understand its genetic basis. Breeding cultivars with high stress tolerance and applying various exogenous hormones, minerals, and other biostimulants to plants are also at the forefront.

Iodine is an essential microelement for human health, and iodine deficiency causes significant health problems. Approximately 80% of people's iodine needs are met through plant foods, so in recent years, agricultural biofortification practices have focused on improving nutrition by increasing micronutrient levels such as Fe, Zn, Se, and iodine (Hong et al., 2008). Also, iodine is a beneficial nutrient for plants; it promotes growth at low concentrations. Plants absorb iodine from both the soil and the atmosphere through their roots and leaves (Riyazuddin et al., 2023). Iodine has low mobility in plants, decreasing from roots to leaves, then to stems, and finally to fruits. In foliar iodine application, the majority of iodine is fixed and retained in the leaf cuticle wax (Gonzali et al. 2017; Riyazuddin et al., 2023). The potential beneficial effects of iodine on plants are described, depending on its concentration, exposure time, and plant species. It is classified as a non-essential but beneficial element for plants. Therefore, iodine, acting as a

biostimulant, can also promote plant growth and development by improving chlorophyll concentrations and contributing to the formation and maintenance of the photosynthetic mechanism by regulating the activity of photosynthetic enzymes. It has also been determined that iodine activates both enzymatic and non-enzymatic antioxidants to reduce the formation of stress-induced reactive oxygen species (ROS) and plays a role in plant adaptation to adverse conditions by regulating various genes and enzymes involved in antioxidant defense (Ramirez-Gottfried et al., 2023; Riyazuddin et al., 2023). Thus, iodine provides stress tolerance through various physiological and biochemical processes.

While studies have tested the effectiveness of iodine use against some abiotic stresses, this is not yet sufficient. In strawberry plants under salinity stress, exogenous iodine application has been found to improve yield, fruit quality, antioxidant enzymes, and microelement uptake (Medrano Macias et al., 2021), while in tomatoes, iodine did not mitigate the adverse effects of salinity on fresh or dry biomass, but significantly increased fruit yield (Fuentes et al., 2022). Since iodine can serve as a biostimulant and a plant-strengthening agent, its effects on growth and development in cress plants under salinity stress were evaluated in this study.

MATERIALS AND METHODS

In the study, garden cress (*Lepidium sativum* L.) seeds were first planted in pots containing soil, peat, and sand (2:1:1/v:v:v). The plants that germinated and emerged were thinned to 10 per pot. Once the plants emerged and developed 2-3 true leaves, the salt solution was applied as irrigation water. Salt application began at 25 mM to prevent sudden shocks in the plants and was then maintained at a final dose of 150 mM. Iodine application was performed by spraying the leaves with solutions of potassium iodate (KIO_3) at 40 and 80 µM. The applications were repeated three times at one-week intervals. The study was designed as a randomized complete block with three replications, 6 pots per replication, and 10 plants per pot.

To determine the effects of the treatments on cress, plant height, stem diameter, leaf number, leaf area, plant fresh weight, plant dry weight, root fresh weight, and root dry weight were measured. Analyses were also conducted for electrical conductivity (EC), leaf relative water content (LRWC), chlorophyll content (a, b, and total), hydrogen peroxide (H_2O_2), malondialdehyde (MDA), proline, and the enzyme activities of catalase (CAT), peroxidase (POD), and superoxide dismutase (SOD). Variance analysis was performed by averaging the data, and statistical analyses were conducted using the Duncan multiple-comparison test to assess differences between treatments.

RESULTS

Plant growth and development were significantly reduced by salt stress. With salinity, plant height, leaf number, and leaf area decreased by 35%, 6% and 5%, respectively, compared to control plants. However, under salt-free conditions, iodine applications resulted in increases of 5-6%, 18-23%, and 42-40%, respectively. Furthermore, the reduction in stress conditions with these applications was less pronounced (leaf number increased), and plant height and leaf area were reduced by 29-29% and 10-8%, respectively, compared to control plants (Figure 1).

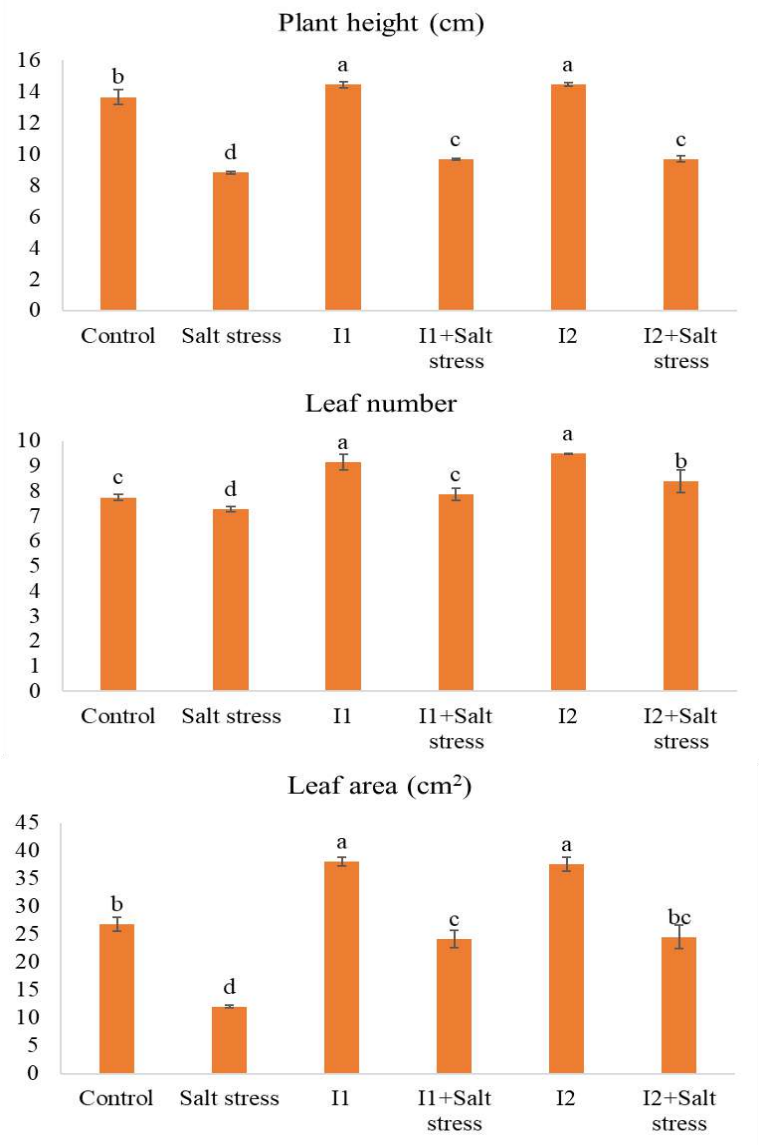


Figure 1. The effect of iodine application on plant height, leaf number, and leaf area in cress plants under salt stress. There is no statistical difference between the means indicated by the same letter in each column.

Salt stress increased EC, while LRWC decreased. The increase in EC was lower in iodine treatments. While the decrease in LRWC was 27% in the control, it was 6% and 4% with iodine treatments, respectively (Figure 2).

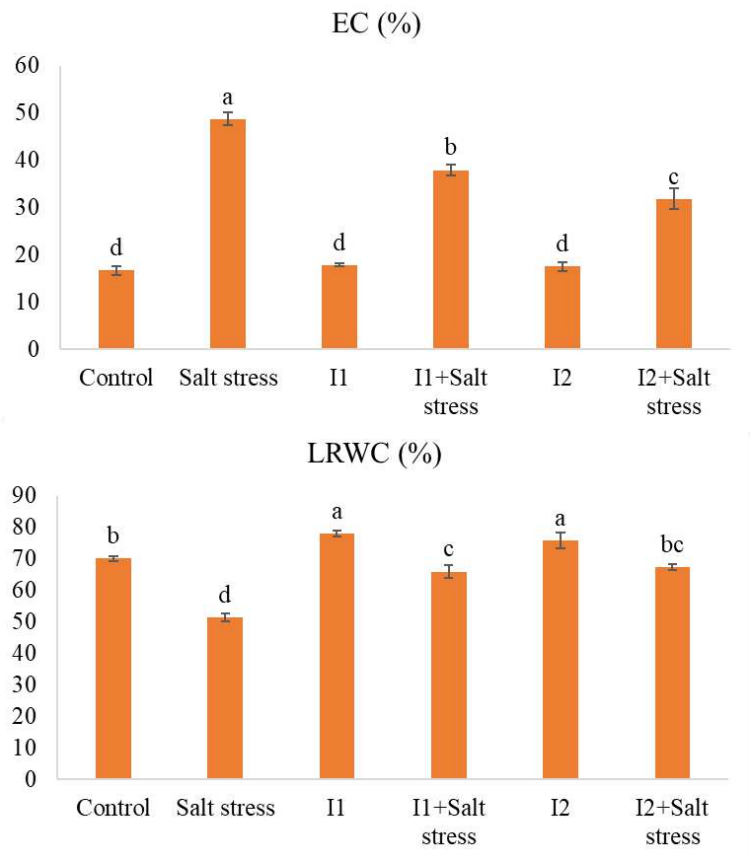


Figure 2. The effect of iodine application on EC and LRWC in cress plants under salt stress. There is no statistical difference between the means indicated by the same letter in each column.

Plant fresh, root fresh, plant dry, and root dry weights decreased by 52%, 22%, 41%, and 20%, respectively, in the control under salt stress. Iodine applications increased them by 48-72%, 78-94%, 56-94% and 60-80% under non-stressed conditions, respectively. In stressed conditions, the decrease in plant fresh weight was lower for both iodine doses, 24-19%, respectively. However, under stressed conditions, iodine applications increased root fresh weight, plant dry weight, and root dry weight. These increases were 2-8%, 11-13%, and 20-40%, respectively (Figure 3).

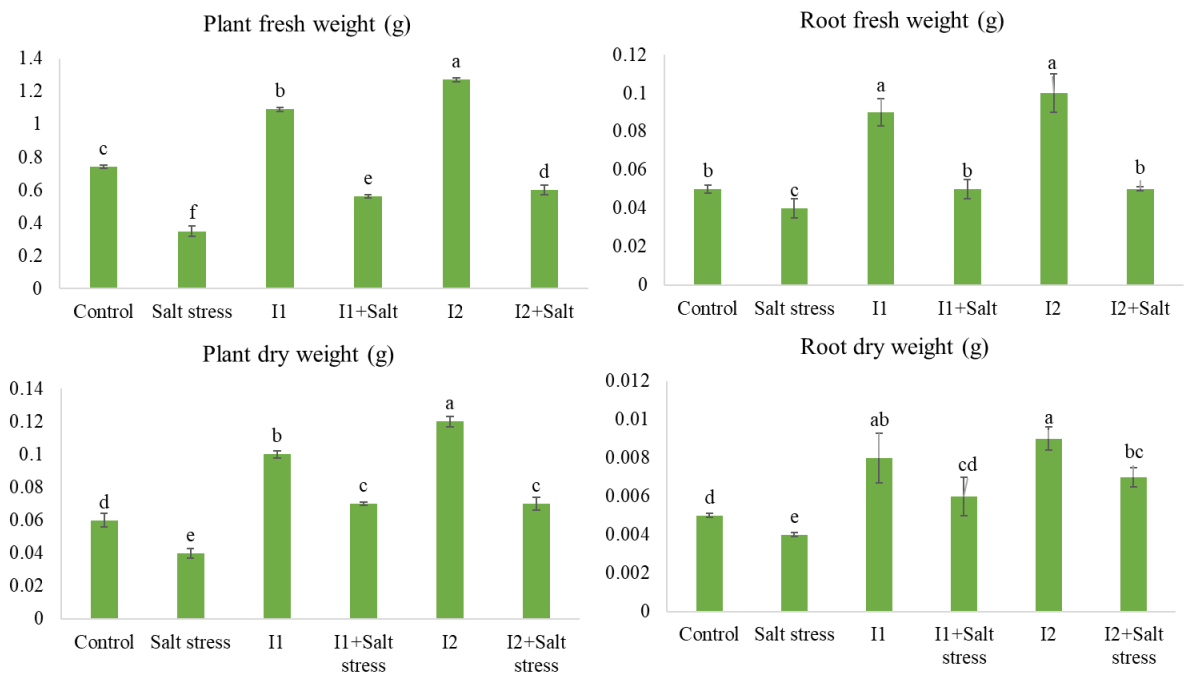


Figure 3. The effect of iodine application on plant fresh and dry weight, root fresh and dry weight in cress plants under salt stress. There is no statistical difference between the means indicated by the same letter in each column.

Salt stress reduced leaf chlorophyll content. In the control group, the decreases were 32% in chlorophyll a, 16% in chlorophyll b, and 27% in total chlorophyll. However, iodine applications significantly increased chlorophyll content under both salt stress and normal conditions (Figure 4).

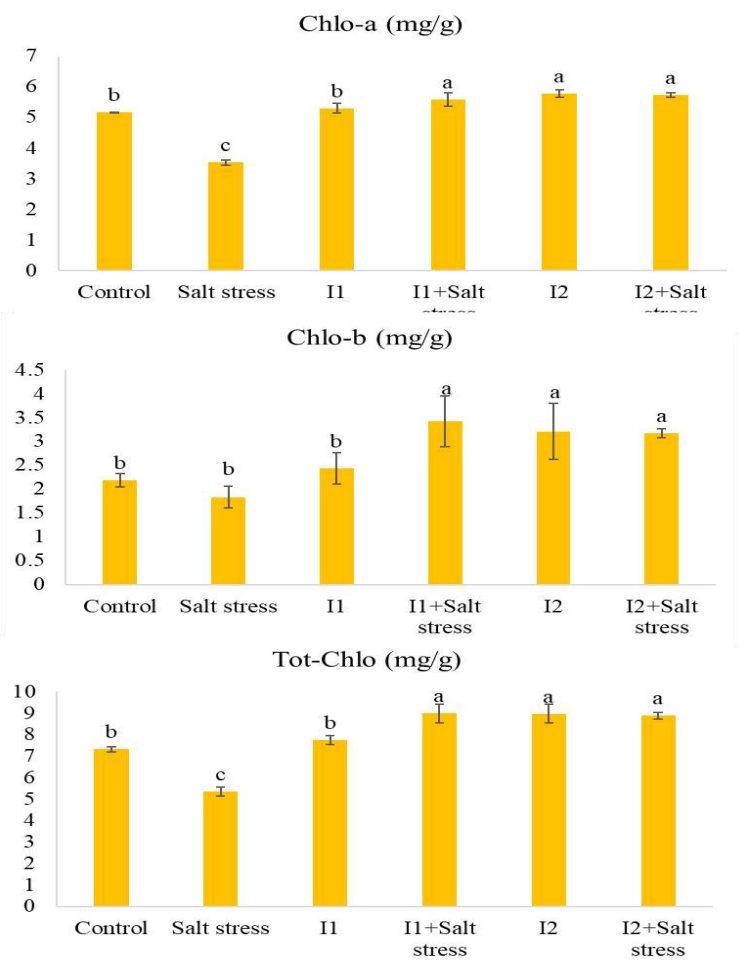


Figure 4. The effect of iodine application on chlorophyll content in cress plants under salt stress. There is no statistical difference between the means indicated by the same letter in each column.

The increases in H_2O_2, MDA, and proline contents, which are important indicators of stress, were 257%, 450% and 725% in the control, respectively, but were lower in both iodine doses (Figure 5).

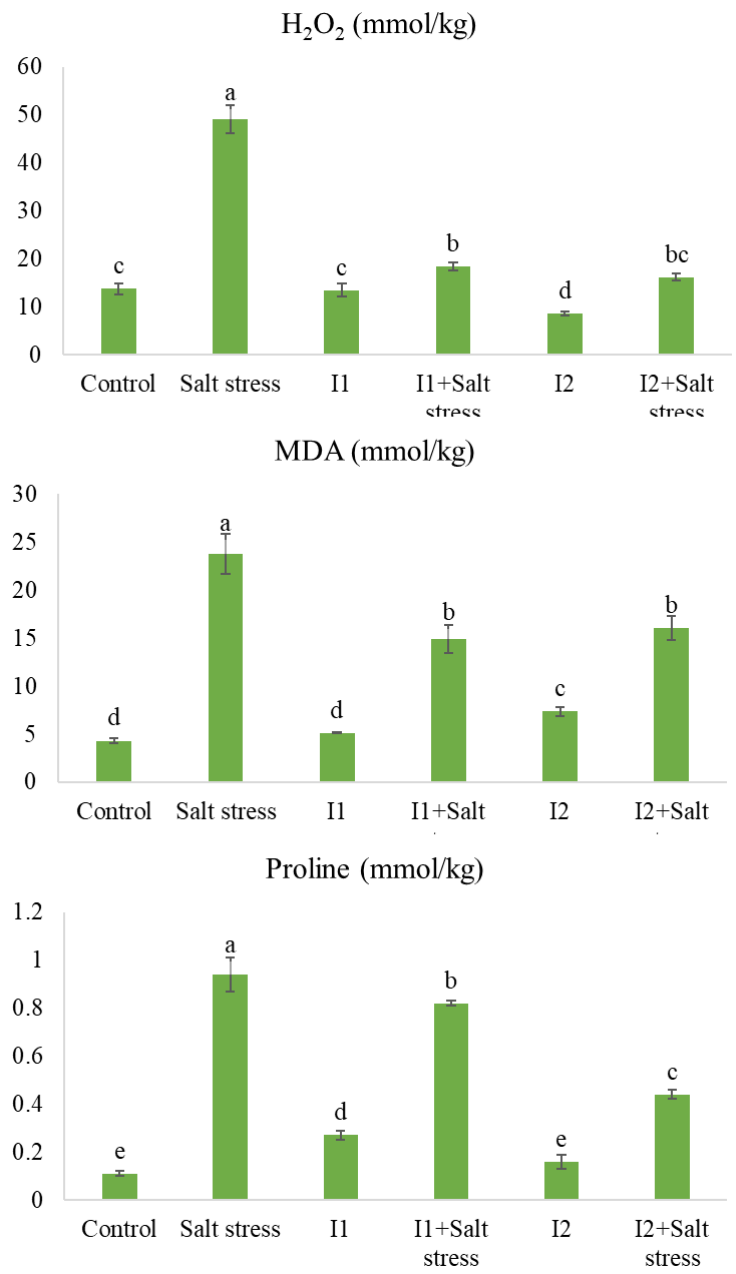


Figure 5. The effect of iodine application on H_2O_2, MDA, and proline content in cress plants under salt stress. There is no statistical difference between the means indicated by the same letter in each column.

Similarly, CAT, POD, and SOD enzyme activities increased significantly under salt stress. The increases, which were 54%, 67%, and 105% in the control, respectively, were higher under saline conditions with iodine applications. However, under non-stressed conditions, iodine applications decreased enzyme activity (Figure 6).

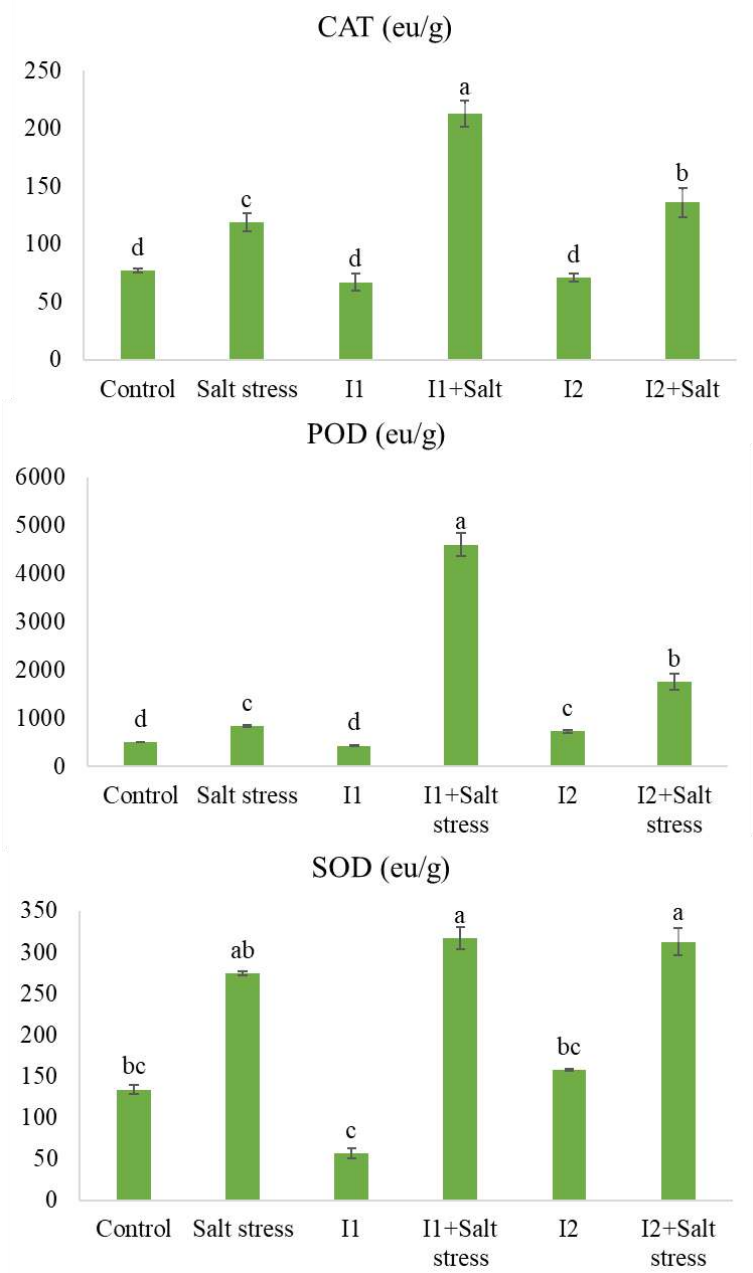


Figure 6. The effect of iodine application on antioxidant enzyme activity in cress plants under salt stress. There is no statistical difference between the means indicated by the same letter in each column.

DISCUSSION

Salt stress causes severe and measurable damage to cress development. Observations revealed significant reductions in growth and biomass parameters in stressed plants. This was clearly demonstrated by declines in structural traits such as plant height, stem diameter, and leaf area, as well as decreases in above- and below-ground biomass. These significant reductions in these parameters demonstrate cress's high sensitivity to salinity. Additionally, increased salinity caused a decrease in cress leaf relative water content while increasing H_2O_2, MDA, proline, and enzyme activity, which indicates the severity of stress. These reductions in plant development

under salt stress are primarily the result of three main physiological effects: osmotic stress, ion toxicity, and oxidative stress (Arif et al., 2020; Shahid et al., 2020). Osmotic stress, induced by high soil salt concentration, reduces the water potential difference between plant roots and the soil, thereby inhibiting water uptake. In this case, physiological drought causes the plant to expend more energy than it would usually obtain from water, preventing adequate water and nutrient uptake, restricting cell turgor and cell expansion, and consequently leading to reductions in traits such as plant height and stem diameter (Arif et al., 2020; Balasubramaniam et al., 2023). Increased levels of Na and Cl ions in cells due to salinity disrupt plant metabolism by disrupting enzyme activity in the cytoplasm, inhibiting protein synthesis, and damaging cell membranes. This cellular damage negatively impacts plant photosynthetic activity, leaf area, and biomass production (Rasool et al., 2012; Fu and Yang, 2023). Increased ROS due to salt stress leads to increased H_2O_2 production. When the plant's antioxidant defense system cannot cope with this excessive ROS production, oxidative damage occurs, triggering lipid peroxidation, cell membrane damage, and disruption of growth and metabolic processes (Pang and Wang, 2008; Hasanuzzaman et al., 2021). These findings demonstrate that cress' sensitivity to salinity is consistent with the responses of other plants examined in previous studies. The decreases in plant height, leaf area, and total biomass observed under salt stress support the results found in studies conducted by researchers such as Attia et al. (2011) on basil, Ekinci et al. (2012) on lettuce, Kusvuran and Ellialtioglu (2021) on rocket, Ali et al. (2022) on broccoli and Ekinci et al. (2022) on cabbage.

Our study found that applied iodine significantly increased plant growth parameters in cress under non-stressed conditions, demonstrating its biostimulant activity. Furthermore, when applied to plants under salt stress, iodine significantly mitigated salt-induced damage and increased plant stress tolerance. Our findings support the notion that iodine application mitigates salt stress through mechanisms such as ion balance and antioxidant activity. The role of iodine application in alleviating salt stress may stem from its potential to act as an osmotic regulator of cell turgor. Furthermore, iodine has been shown to reduce salt-induced oxidative damage by activating antioxidant enzymes, thereby stabilizing photosynthetic efficiency, thus explaining the resulting biomass increase and tolerance (Leyva et al., 2011; Medrano Macias et al., 2021). The potential of iodine to alleviate salt stress and support plant growth has also been established in other plants. It has been reported that iodine application in lettuce, tomato, and pepper plants reduces salt-induced growth restrictions. This effect is primarily due to iodine strengthening antioxidant defense mechanisms, preventing oxidative damage by increasing the activity of antioxidant enzymes, and preserving cell membrane integrity (Fuentes et al., 2022; Akınoğlu et al., 2025; Shalaby, 2025). Our findings suggest that iodine can be used as a general biostimulant and protective agent in combating salinity in cress. However, it should be noted that the beneficial effects of iodine depend on the application dose, and high concentrations can be toxic to plants (Backer and Hollowell, 2000). The iodine concentrations used in the study must mitigate salt stress-induced damage in cress without causing toxicity. In such cases, it will be critical to determine and use the lowest effective iodine dose that triggers salt-stress-mitigating mechanisms.

CONCLUSION

Although iodine is not essential for plants, it is a good biostimulant because it enhances plant stress tolerance when applied exogenously. In this study, iodine application at both doses increased growth in cress plants under both stressful and non-stressful conditions and significantly enhanced stress tolerance. Furthermore, we believe that further genetic studies to

support the mechanism of iodine's effect on salt stress and to analyze the results collectively would be beneficial.

REFERENCES

Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M. F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M. J., & Hernandez, J. A. (2017). Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. Agronomy, 7(1), 18.

Akınoğlu, G., Kiremit, M. S., & Rakıcıoğlu, S. (2025). Exploring the Potential of Iodine in Mitigating Salinity Stress: Effects On Yield, Physio-biochemical Traits, and Fruit Quality of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.). Journal of Crop Health, 77(3), 1-18.

Ali, L., Shaheen, M. R., Ihsan, M. Z., Masood, S., Zubair, M., Shehzad, F., & Khalid, A. U. H. (2022). Growth, photosynthesis and antioxidant enzyme modulations in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) under salinity stress. South African Journal of Botany, 148, 104-111.

Arif, Y., Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., & Hayat, S. (2020). Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. Plant Physiology and Biochemistry, 156, 64-77.

Attia, H., Ouhibi, C., Ellili, A., Msilini, N., Bouzaïen, G., Karray, N., & Lachaâl, M. (2011). Analysis of salinity effects on basil leaf surface area, photosynthetic activity, and growth. Acta Physiologiae Plantarum, 33(3), 823-833.

Backer, H., & Hollowell, J. (2000). Use of iodine for water disinfection: iodine toxicity and maximum recommended dose. Environmental Health Perspectives, 108(8), 679-684.

Balasubramaniam, T., Shen, G., Esmaeili, N., & Zhang, H. (2023). Plants' response mechanisms to salinity stress. Plants, 12(12), 2253.

Ekinci, M., Yildirim, E., Dursun, A., & Turan, M. (2012). Mitigation of salt stress in lettuce (*Lactuca sativa* L. var. Crispa) by seed and foliar 24-epibrassinolide treatments. HortScience, 47(5), 631-636.

Ekinci, M., Turan, M., & Yildirim, E. (2022). Biochar mitigates salt stress by regulating nutrient uptake and antioxidant activity, alleviating the oxidative stress and abscisic acid content in cabbage seedlings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 46(1), 28-37.

Fu, H., & Yang, Y. (2023). How plants tolerate salt stress. Current Issues in Molecular Biology, 45(7), 5914-5934.

Fuentes, J. E. G., Castellanos, B. F. H., Martínez, E. N. R., Ortiz, W. A. N., Mendoza, A. B., & Macías, J. M. (2022). Outcomes of foliar iodine application on growth, minerals and antioxidants in tomato plants under salt stress. Folia Horticulturae, 34(1), 27-37.

Gonzali, S., Kiferle, C., & Perata, P. (2017). Iodine biofortification of crops: agronomic biofortification, metabolic engineering and iodine bioavailability. Current Opinion in Biotechnology, 44, 16-26.

Hasanuzzaman, M., Raihan, M. R. H., Masud, A. A. C., Rahman, K., Nowroz, F., Rahman, M., Nahar, K., & Fujita, M. (2021). Regulation of reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under salinity. International Journal of Molecular Sciences, 22(17), 9326.

Hao, S., Wang, Y., Yan, Y., Liu, Y., Wang, J., & Chen, S. (2021). A review on plant responses to salt stress and their mechanisms of salt resistance. Horticulturae, 7(6), 132.

Hong, C. L., Weng, H. X., Qin, Y. C., Yan, A. L., & Xie, L. L. (2008). Transfer of iodine from soil to vegetables by applying exogenous iodine. Agronomy for sustainable development, 28(4), 575-583.

Kusvuran, S., & Ellialtioglu, S. S. (2021). Assessment of different organic matters on antioxidative enzyme activities and nutritional components under salt stress in salad rocket (*Eruca sativa*). Japs: Journal of Animal & Plant Sciences, 31(5).

Leyva, R., Sánchez-Rodríguez, E., Ríos, J. J., Rubio-Wilhelmi, M. M., Romero, L., Ruiz, J. M., & Blasco, B. (2011). Beneficial effects of exogenous iodine in lettuce plants subjected to salinity stress. Plant Science, 181(2), 195-202.

Medrano Macias, J., Lopez Caltzontzit, M. G., Rivas Martinez, E. N., Narvaez Ortiz, W. A., Benavides Mendoza, A., & Martinez Lagunes, P. (2021). Enhancement to salt stress tolerance in strawberry plants by iodine products application. Agronomy, 11(3), 602.

Pang, C. H., & Wang, B. S. (2008). Oxidative stress and salt tolerance in plants. In Progress in botany (pp. 231-245). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Ramirez-Gottfried, V. B., Fortis-Hernandez, M., Gonzalez-Avalos, R., & Preciado-Rangel, P. (2023). Iodine application in *Vitis vinifera* L. cv.'Cabernet Sauvignon'improve bioactive compounds and enzymatic activity in berries. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 51(1), 13074-13074.

Rasool, S., Hameed, A., Azooz, M. M., Siddiqi, T. O., & Ahmad, P. (2012). Salt stress: causes, types and responses of plants. In Ecophysiology and responses of plants under salt stress (pp. 1-24). New York, NY: Springer New York.

Riyazuddin, R., Singh, K., Iqbal, N., Nisha, N., Rani, A., Kumar, M., Khatri, N., Siddiqui, M.H., Kim, S.T., Attila, F., & Gupta, R. (2023). Iodine: an emerging biostimulant of growth and stress responses in plants. Plant and Soil, 486(1), 119-133.

Shahid, M. A., Sarkhosh, A., Khan, N., Balal, R. M., Ali, S., Rossi, L., Gómez, C., Mattson, N., Nasim, W., & Garcia-Sanchez, F. (2020). Insights into the physiological and biochemical impacts of salt stress on plant growth and development. Agronomy, 10(7), 938.

Shalaby, O. A. (2025). Iodine application induces the antioxidant defense system, alleviates salt stress, reduces nitrate content, and increases the nutritional value of lettuce plants. Functional Plant Biology, 52(6).

REORGANIZATION OF PHYTOHORMONE AND MINERAL PROFILE IN SALT-STRESSED *Lepidium sativum* BY IODINE
TUZ STRESİ ALTINDAKİ *Lepidium sativum*'da İYOT TARAFINDAN FİTOHORMON VE MİNERAL PROFİLİNİN YENİDEN DÜZENLENMESİ

Esma YIGIDER
Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology
Metin TURAN
Yeditepe University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Agribusiness and Management
Selda ORS CIRIK
Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation
Melek EKINCI
Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture
Murat AYDIN
Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology
Ertan YILDIRIM
Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture

ÖZET

Tuzluluk, dünya çapında ürün verimliliğini sınırlayan başlıca çevresel etmenlerden biridir ve bitki toleransını artırmaya yönelik stratejilere duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Son çalışmalar, iyot uygulamasının bitkilerin tuz stresine karşı dayanıklılığını artırarak bu soruna etkili bir çözüm sağlayabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada, iyotun tuz stresi altındaki tere bitkileri üzerindeki etkileri mineral besin maddeleri ve fitohormon içerikleri açısından değerlendirilmiştir. Bu amaçla, 2-3 yapraklı dönemdeki fideler 40 ve 80 µM KIO_3 çözeltileri ile ekzojen olarak yapraktan uygulanmış ve bitkiler 0 ve 150 mM NaCl ile sulanmıştır. Hasat döneminde alınan yaprak örnekleri N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Zn, B, Cu ve Na'nın yanı sıra IAA, ABA, GA, SA, sitokininler ve jasmonik asit düzeyleri açısından analiz edilmiştir. Tuz stresi, Na hariç mineral içeriklerini ve ABA hariç fitohormon düzeylerini önemli ölçüde azaltmıştır. Ancak, her iki iyot dozu da bu olumsuz etkileri önemli ölçüde hafifletmiştir. Stres uygulanmayan koşullarda ise iyot uygulaması, değerlendirilen besin maddesi ve hormon düzeylerinde belirgin artışlara neden olarak bitki gelişimini desteklemiştir. Bu sonuçlar, ekzojen iyot uygulamasının hem normal bitki büyümesi hem de tuz stresi toleransının artırılması açısından dikkate değer bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tere Otu, Tuzluluk, Mineral Madde, Fitohormon

ABSTRACT

Salinity is one of the major environmental factors limiting crop productivity worldwide, and the need for strategies to enhance plant tolerance is growing. Recent studies indicate that iodine application can provide an effective solution to this problem by increasing plant resistance to salt stress. In this study, the effects of iodine on cress plants under salt stress were evaluated with respect to mineral nutrients and phytohormone content. For this purpose, seedlings at the

2-3 leaf stage were sprayed with 40 and 80 µM KIO_3 solutions, and the plants were irrigated with 0 and 150 mM NaCl. Leaf samples taken at harvest were analyzed for N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Zn, B, Cu, and Na, as well as for IAA, ABA, GA, SA, cytokinins, and jasmonic acid. Salt stress significantly reduced mineral content, except for Na, and phytohormone levels, except for ABA. However, both iodine doses significantly alleviated these adverse effects. Under non-stressed conditions, iodine application significantly increased the levels of assessed nutrients and hormones, supporting plant growth. These results demonstrate that exogenous iodine application has significant potential for both normal plant growth and increased salt stress tolerance.

Keywords: Garden Cress, Salinity, Mineral Matter, Phytohormone

INTRODUCTION

Salt stress, which is one of the critical problems in plant cultivation, seriously affects agricultural production as a result of various physiological and biochemical deteriorations such as a decrease in photosynthetic activity, damage at the cellular level, oxidative stress, and slowdown in growth and development (Ahmad et al., 2019; Shahid et al., 2020). The osmotic effects, ionic toxicity, and nutrient imbalances induced by salt stress in plants indicate the extent of the damage (Yadav et al., 2011). Salt stress leads to Na and Cl accumulation, disrupting the ionic balance in plant cells and preventing the uptake of essential nutrients. Furthermore, increased stress hormones, such as ABA, lead to decreased levels of growth hormones, such as auxin and gibberellin, thereby restricting growth (Javid et al., 2011; Ryu and Cho, 2015). The reduction in plant growth in saline environments is primarily due to the decreased uptake of essential macronutrients such as nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn), and copper (Cu), and the increased levels of sodium (Na) and chloride (Cl) (Roy and Chowdhury, 2020).

While iodine is not an essential nutrient for plants, it has been reported to exert various physiological and biochemical effects and to play a significant role in plant stress mechanisms. Iodine's beneficial role in increasing plant tolerance to different abiotic stresses, depending on the dose, is generally attributed to its ability to activate the antioxidant defense system, scavenge stress-induced reactive oxygen species (ROS), and reduce cell damage (Leyva et al., 2011; Medrano-Macías et al., 2016; Riyazuddin et al., 2023).

Lepidium sativum, a member of the Brassicaceae family, has many beneficial functions for health as well as its nutritional value due to the alkaloids, flavonoids, glycosides, polyketides, vitamins, minerals, proteins, fats, and carbohydrates it contains (Falana et al., 2014). Garden cress plant is sensitive to salt stress, with growth retardation and yield loss being significant effects (Kiremit et al., 2023).

Plants respond differently to salt stress, and various approaches to mitigating it are being considered. These include the use of different regulators both in the soil and on the plant itself, the development of highly salt-tolerant crops, and many other approaches. In this study, the effects of salt stress and iodine application on the mineral and hormone content of cress plants were investigated.

MATERIAL AND METHODS

In the study, garden cress seeds were first planted in pots containing soil:sand:peat (2:1:1/v:v:v). Salt was applied to the germinated seedlings with true leaves by irrigation through the soil, while iodine was applied by spraying the prepared solutions onto the leaves. Seedlings at the 2-3 leaf stage were exogenously foliarly applied with 40 and 80 µM KIO_3 solutions, and the plants were irrigated with 0 and 150 mM NaCl. Leaf samples taken at harvest were analyzed for N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Zn, B, Cu and Na, as well as for abscisic acid (ABA), gibberellic acid (GA), indole-3-acetic acid (IAA), and salicylic acid (SA), cytokinin (CK), zeatin and jasmonic acid (JA).

Plant leaves were dried at 68 °C for 48 h in an oven and then ground. The total nitrogen (N) content was determined using the Kjeldahl method with a Vapodest 10 Rapid Kjeldahl Distillation Unit (Gerhardt, Konigswinter, Germany) (Brenmer 1996). Mineral content analysis was performed using an inductively coupled plasma optical emission spectrophotometer (Optima 2100 DV, ICP/OES; Perkin Elmer, Shelton, CT) (Mertens 2005a; Mertens 2005b).

For hormone analysis, extraction and purification were performed exactly as described by Koshita et al. (1999). The hormone contents were analyzed by HPLC using a Zorbax Eclipse-AAA C-18 column (Agilent 1200 HPLC). The absorbance detection was determined spectrophotometrically.

The experiment was organized as a completely randomized design with three replicates. Data obtained from measurements were subjected to analysis of variance to determine the significance of treatment effects, and the differences among treatment means were evaluated using the Duncan test.

RESULTS

The effects of salt stress and iodine application on the mineral content of cress plants were found to be statistically significant, and the results are shown in Figures 1 and 2.

In cress, N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Zn, B, and Cu contents decreased significantly with salinity, while Na content increased. Compared to the control, the decreases in plants that received no treatment were 41%, 50%, 84%, 14%, 25%, 40%, 52%, 14%, 52%, 22%, and 83%, respectively. Iodine applications significantly increased plant mineral content under both salt- and non-salt-stress conditions. In plants not exposed to salt stress, N, P, K, Ca, S, Fe, and Cu were highest at 40 µM iodine, while Mg, Mn, Zn, and B were highest at 80 µM iodine.

Iodine applications to salt-stressed plants significantly increased mineral content compared to the control group. Compared to iodine-treated plants, iodine applications also reduced salt stress, but compared to control plants that received no treatment, an increase rather than a decrease was evident. Under salt stress, N, P, K, Ca, Mg, Fe, B, and Cu contents were higher at the 40 µM iodine dose, while S, Mn, and Zn were higher at the 80 µM iodine dose.

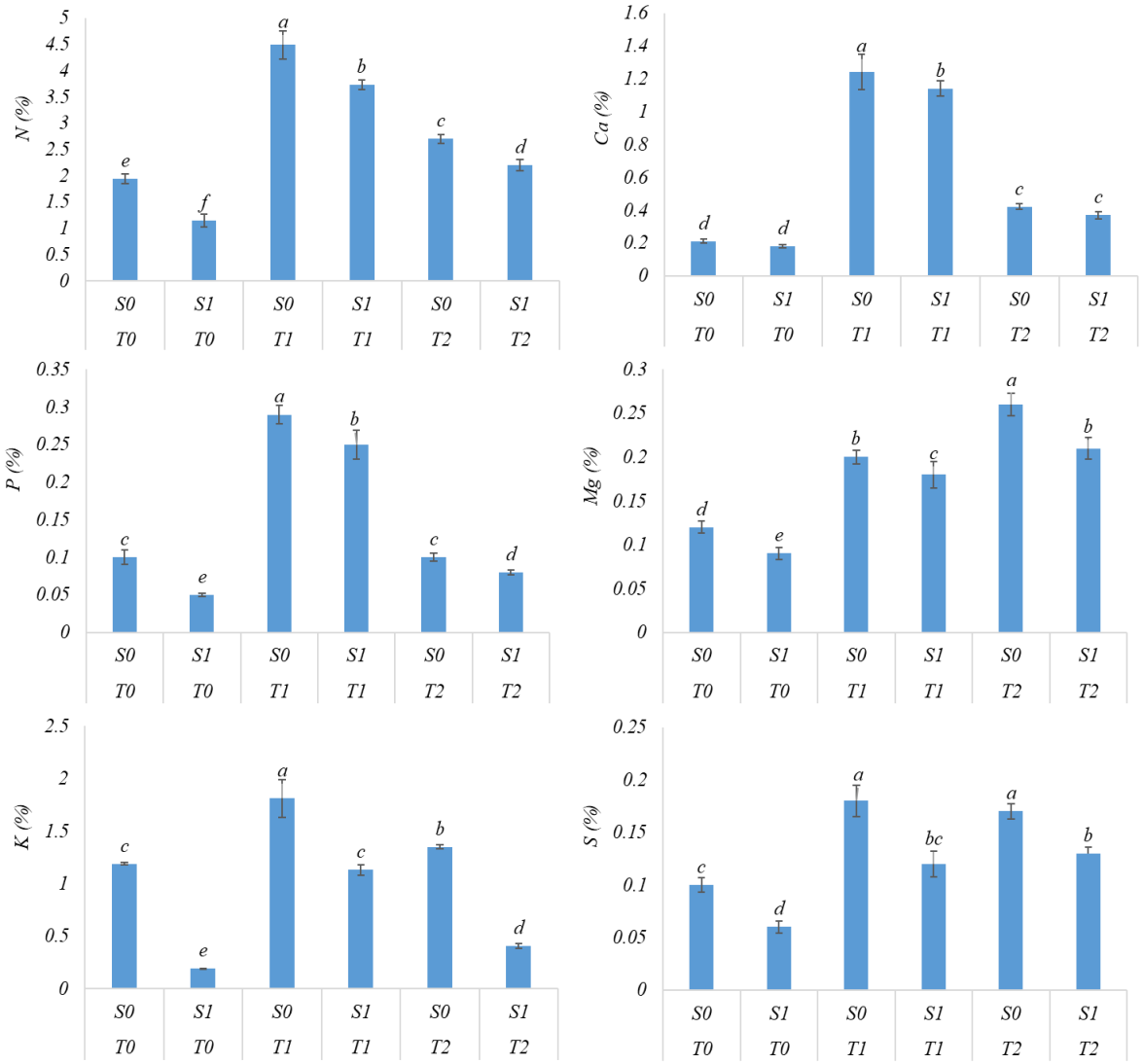


Figure 1. Changes in N, P, K, Ca, Mg and S contents in cress plants under salt stress with iodine application. There is no statistical difference between the means indicated by the same letter in each column.

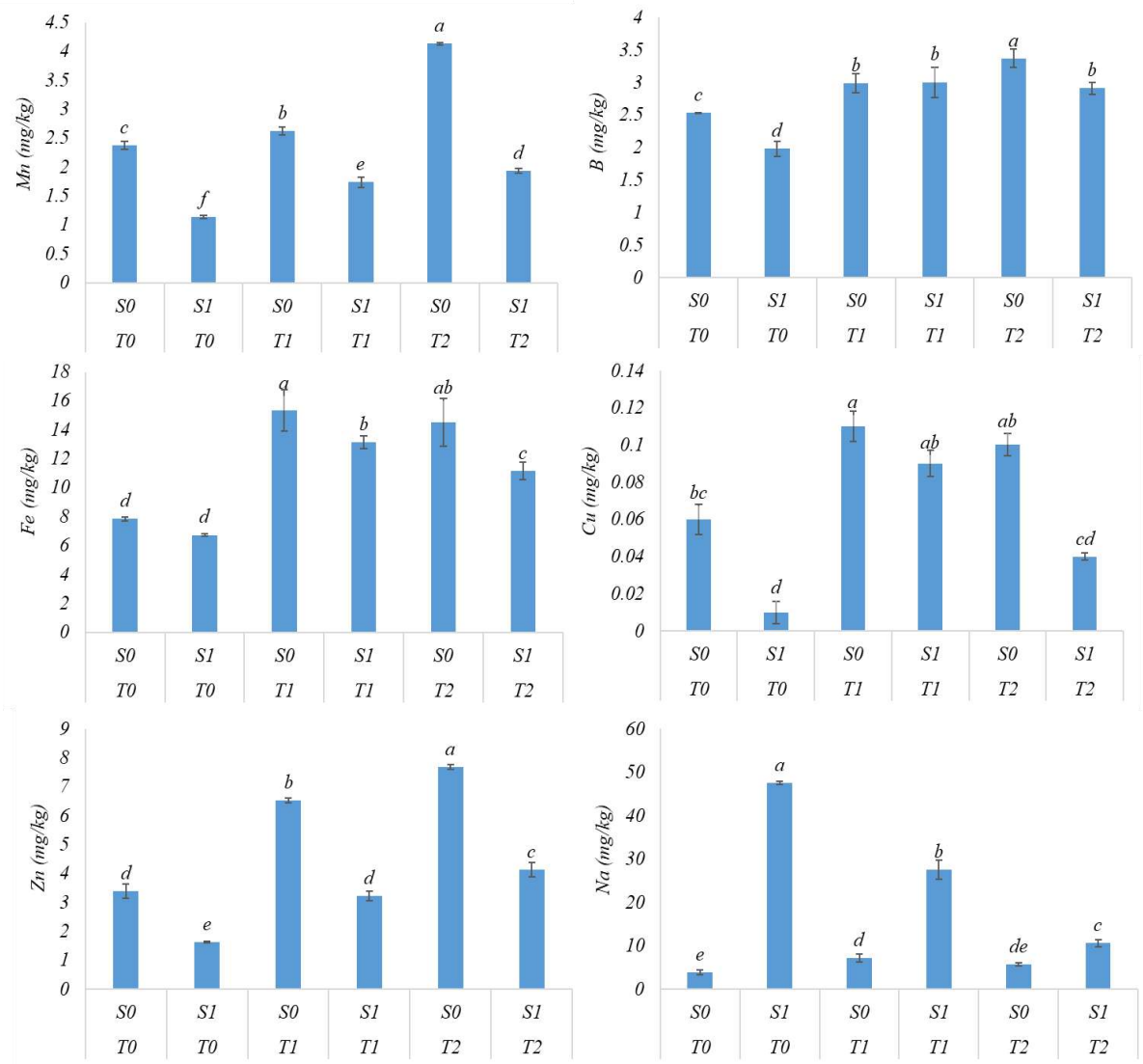


Figure 2. Changes in Mn, Fe, Zn, B, Cu, and Na contents in cress plants under salt stress with iodine application. There is no statistical difference between the means indicated by the same letter in each column.

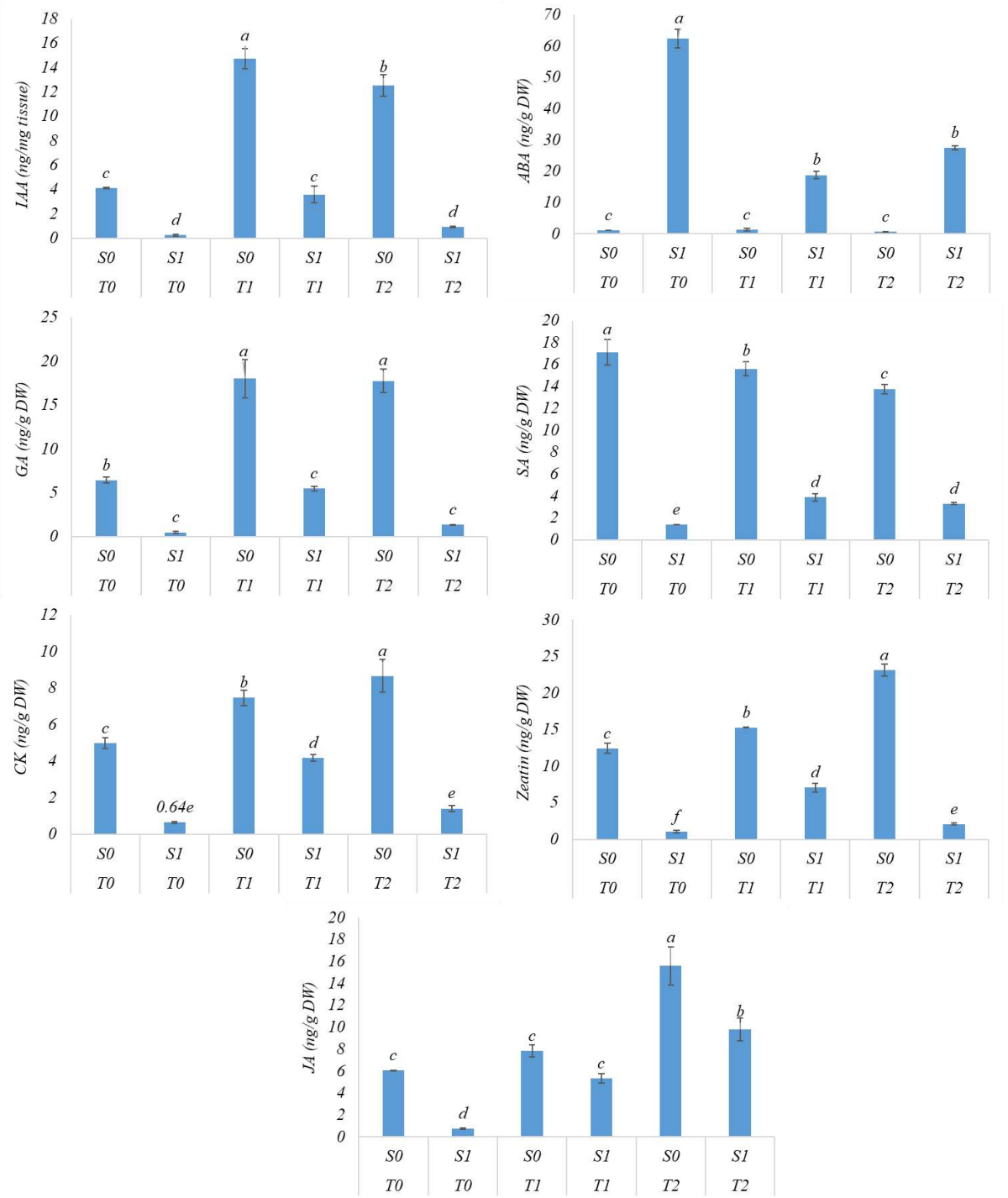


Figure 3. Changes in hormone contents in cress plants under salt stress with iodine application. There is no statistical difference between the means indicated by the same letter in each column.

The effects of salt stress and iodine application on plant hormone content were significant, as shown in Figure 3. With increasing salinity, IAA, GA, SA, CK, zeatin, and JA contents decreased, while ABA increased. In the control group, the decrease in IAA, GA, SA, CK, zeatin, and JA contents under salt stress were relatively high at 94%, 92%, 92%, 87%, 91%, and 88%, respectively. Among unstressed plants, the highest levels of IAA and GA were observed at 40 µM iodine, while CK, zeatin, and JA were determined at 80 µM iodine. Among salt-stressed

plants, the highest levels of IAA, GA, SA, and zeatin were observed at 40 µM iodine, and JA at 80 µM iodine.

DISCUSSION

The study examined the effects of salt stress on the mineral and hormone content of garden cress. Salt stress resulted in significant reductions in key nutrients and plant growth-promoting hormones. It was also determined that iodine, a critical biofortification product in plants, can mitigate the effects of stress by supporting mineral uptake and regulating growth-promoting hormones in both normal and stressed plants.

The primary causes of plant mineral and hormonal imbalances under salt stress are osmotic stress and ion toxicity. Increased soil salt concentration reduces water potential, restricting plant nutrient uptake. Increased salinity-induced Na ions compete with the transport proteins of vital plant elements such as K and Ca, preventing their uptake and causing intracellular nutrient imbalances (Sheldon et al., 2017; Fageria et al., 2011; Chakraborty et al., 2018). The decrease in plant nutrient content due to salt stress was previously determined in plants, soybean, lettuce, and pepper, and it was stated that the stress membrane in the plant increased with decreasing nutrients (Essa, 2002; Ekinci et al., 2012; Taffou et al., 2017).

Salt stress inhibits the synthesis and transport of growth-promoting hormones such as cytokinin from roots to shoots, a defense mechanism for the plant against stress, leading to a rapid decline in growth. This study also observed an increase in ABA hormone levels in response to salt stress. ABA is significant in regulating adaptation to stress and, as a stress hormone, plays a key role in the plant's response to adverse conditions (Zhang et al., 2006; Fahad et al., 2015; Sabagh et al., 2021). Increased ABA levels, accompanied by stress, activate signaling pathways that trigger stomatal closure in plants. It disrupts the intracellular balance of K and other essential elements, leading to reduced turgor pressure and water loss, thereby enabling the plant to respond to stress. While doing this, it also reduces photosynthesis and inhibits the effects of other growth-promoting hormones, thereby inhibiting cell division and elongation and slowing plant growth (Zhang et al., 2006; Osakabe et al., 2014; Hsu et al., 2021). It was also reported by Yang et al. (2014) in tomato, Zörb et al. (2013) in maize, and Hamayun et al. (2010) in soybean that the effects of stress on plants increased significantly with changes in growth-promoting hormone levels and with increased ABA under salt stress.

The study found that iodine applied to cress plants supports increased nutrient and hormone levels. Although iodine is not an essential nutrient for plants, its indirect effects on growth and stress tolerance when used at optimal doses can contribute. Its antioxidant function in plants reduces cellular stress and reactive oxygen species, and it coordinates plant metabolic processes, improving the uptake and movement of macro and micronutrients within the plant (Fuentes et al., 2022; Riyazuddin et al., 2023). It also regulates the synthesis and activity of growth-promoting hormones, such as auxin, which promotes cell elongation, and cytokines, which promote cell division. As a result, it plays a role in increasing plant growth, development, and stress tolerance (Medrano-Macías et al., 2016; Smoleń et al., 2019; Riyazuddin et al., 2023). Similar effects on plant metabolism were also observed with iodine in spinach (Smoleń and Sady, 2012), tomato (Halka et al., 2020; Funtes et al., 2022), and pepper (Akınoğlu et al., 2025). Our study results are consistent with these findings, suggesting that iodine application may have essential functions in plants, and this effect may become more apparent, especially with appropriate iodine dosage.

CONCLUSION

The study examined the effects of salt stress on mineral and hormone content in cress plants and found that the treatments could tolerate salt stress across the parameters examined. While this effect varied with the dose, low doses of iodine were more effective. This effect, in turn, could enhance plant growth by optimizing various reactions through iodine's contributions to hormonal and mineral balance in plant metabolism. Future studies should further clarify iodine's mechanisms under salt stress.

REFERENCES

Ahmad, R., Hussain, S., Anjum, M. A., Khalid, M. F., Saqib, M., Zakir, I., Hassan, A., Fahad, S., & Ahmad, S. (2019). Oxidative stress and antioxidant defense mechanisms in plants under salt stress. In: Hasanuzzaman, M., Hakeem, K., Nahar, K., Alharby, H. (eds) Plant Abiotic Stress Tolerance. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06118-0_8

Akınoğlu, G., Kiremit, M. S., & Rakıcıoğlu, S. (2025). Exploring the Potential of iodine in mitigating salinity stress: effects on yield, physio-biochemical traits, and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Journal of Crop Health, 77(3), 1-18.

Bremner, J. M. (1996). Nitrogen-total. Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods, 5, 1085-1121.

Chakraborty, K., Basak, N., Bhaduri, D., Ray, S., Vijayan, J., Chattopadhyay, K., & Sarkar, R. K. (2018). Ionic basis of salt tolerance in plants: nutrient homeostasis and oxidative stress tolerance. In: Hasanuzzaman, M., Fujita, M., Oku, H., Nahar, K., Hawrylak-Nowak, B. (eds) Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8_14

Ekinci, M., Yildirim, E., Dursun, A., & Turan, M. (2012). Mitigation of salt stress in lettuce (*Lactuca sativa* L. var. Crispa) by seed and foliar 24-epibrassinolide treatments. HortScience, 47(5), 631-636.

Essa, T. A. (2002). Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science, 188(2), 86-93.

Fahad, S., Hussain, S., Matloob, A., Khan, F. A., Khaliq, A., Saud, S., Hassan, S., Shan, D., Khan, F., Ullah, N., Faiq, M., Khan, M.R., Tareen, A.K., Khan, A., Ullah, A., Ullah, N., & Huang, J. (2015). Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review. Plant Growth Regulation, 75(2), 391-404.

Falana, H., Nofal, W., & Nakhleh, H. (2014). A review article *Lepidium sativum* (Garden cress). Pharm-D Program, College of Nursing, Pharmacy and Health Professions, Birzeit University, 1-8.

Fageria, N. K., Gheyi, H. R., & Moreira, A. (2011). Nutrient bioavailability in salt affected soils. Journal of Plant Nutrition, 34(7), 945-962.

Fuentes, J. E. G., Castellanos, B. F. H., Martínez, E. N. R., Ortiz, W. A. N., Mendoza, A. B., & Macías, J. M. (2022). Outcomes of foliar iodine application on growth, minerals and antioxidants in tomato plants under salt stress. Folia Horticulturae, 34(1), 27-37.

Halka, M., Smoleń, S., & Ledwożyw-Smoleń, I. (2020). Antioxidant potential and iodine accumulation in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedlings as the effect of the application of three different iodobenzoates. Folia Horticulturae, 32(2), 203-219.

Hamayun, M., Khan, S. A., Khan, A. L., Shinwari, Z. K., Hussain, J., Sohn, E. Y., Kang, S.M., Kim, Y.H., Khan, M.A., & Lee, I. J. (2010). Effect of salt stress on growth attributes and endogenous growth hormones of soybean cultivar Hwangkeumkong. Pak. J. Bot, 42(5), 3103-3112.

Hsu, P. K., Dubeaux, G., Takahashi, Y., & Schroeder, J. I. (2021). Signaling mechanisms in abscisic acid-mediated stomatal closure. The Plant Journal, 105(2), 307-321.

Javid, M. G., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Modarres Sanavy, S. A. M., & Allahdadi, I. (2011). The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Australian Journal of Crop Science, 5(6), 726-734.

Kiremit, M. S., Osman, H. M., & Arslan, H. (2023). Response of yield, growth traits, and leaf nutrients of garden cress to deficit saline irrigation waters. Journal of Plant Nutrition, 46(6), 1050-1065.

Koshita, Y., Takahara, T., Ogata, T., & Goto, A. (1999). Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, GAs) in leaves and flower bud formation of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). Scientia Horticulturae, 79(3-4), 185-194.

Leyva, R., Sánchez-Rodríguez, E., Ríos, J. J., Rubio-Wilhelmi, M. M., Romero, L., Ruiz, J. M., & Blasco, B. (2011). Beneficial effects of exogenous iodine in lettuce plants subjected to salinity stress. Plant Science, 181(2), 195-202.

Medrano-Macías, J., Leija-Martínez, P., González-Morales, S., Juárez-Maldonado, A., & Benavides-Mendoza, A. (2016). Use of iodine to biofortify and promote growth and stress tolerance in crops. Frontiers in Plant Science, 7, 1146.

Mertens, D. (2005a). AOAC Official Method 922.02. Plants preparation of laboratuary sample. Official Methods of Analysis, 18th edn. Horwitz, W., and G. W. Latimer, (Eds). Chapter 3, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaitherburg, Maryland, USA. pp. 1–2.

Mertens, D. (2005b). AOAC Official Method 975.03. Metal in plants and pet foods. Official Methods of Analysis, 18th edn. Horwitz, W., and G. W. Latimer, (Eds). Chapter 3, AOAC International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaitherburg, Maryland, USA. pp. 3–4.

Osakabe, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., & Tran, L. S. P. (2014). ABA control of plant macroelement membrane transport systems in response to water deficit and high salinity. New Phytologist, 202(1), 35-49.

Riyazuddin, R., Singh, K., Iqbal, N., Nisha, N., Rani, A., Kumar, M., Khatri, N., Siddiqui, M.H., Kim, S.T., Attila, F., & Gupta, R. (2023). Iodine: an emerging biostimulant of growth and stress responses in plants. Plant and Soil, 486(1), 119-133.

Roy, S., & Chowdhury, N. (2020). Salt stress in plants and amelioration strategies: A critical review. IntechOpen.

Ryu, H., & Cho, Y. G. (2015). Plant hormones in salt stress tolerance. Journal of Plant Biology, 58(3), 147-155.

Sabagh, A. E., Mbarki, S., Hossain, A., Iqbal, M. A., Islam, M. S., Raza, A., Llanes, A., Reginato, M., Rahman, M.A., Mahboob, W., Singhal, R.K., Kumari, A., Rajendran, K., Wasaya, A., Javed, T., Shabbir, R., Rahim, J., Barutçular, C., Ur Rahman, M.H., Raza, M.A., Ratnasekera, D., Konuskan, O., Hossain, M.A., Meena, V.S., Ahmed, S., Ahmad, Z., Mubeen, M., Singh, K., Skalicky, M., Brestic, M., Sytar, O., Karademir, E., Karademir, C., Erman, M., & Farooq, M. (2021). Potential role of plant growth regulators in administering crucial processes against abiotic stresses. Frontiers in Agronomy, 3, 648694.

Shahid, M. A., Sarkhosh, A., Khan, N., Balal, R. M., Ali, S., Rossi, L., Gómez, C., Mattson, N., Nasim, W., & Garcia-Sanchez, F. (2020). Insights into the physiological and biochemical impacts of salt stress on plant growth and development. Agronomy, 10(7), 938.

Sheldon, A. R., Dalal, R. C., Kirchhof, G., Kopittke, P. M., & Menzies, N. W. (2017). The effect of salinity on plant-available water. Plant and Soil, 418(1), 477-491.

Smoleń, S., & Sady, W. (2012). Influence of iodine form and application method on the effectiveness of iodine biofortification, nitrogen metabolism as well as the content of

mineral nutrients and heavy metals in spinach plants (*Spinacia oleracea* L.). Scientia Horticulturae, 143, 176-183.

Smoleń, S., Kowalska, I., Halka, M., Ledwożyw-Smoleń, I., Grzanka, M., Skoczylas, Ł., Czernicka, M., & Pitala, J. (2019). SelectedAspects of iodate and iodosalicylate metabolism in lettuce including the activity of vanadium dependent haloperoxidases as affected by exogenous vanadium. Agronomy, 10(1), 1.

Taffouo, V. D., Nouck, A. E., Nyemene, K. P., Tonfack, B., Meguekam, T. L., & Youmbi, E. (2017). Effects of salt stress on plant growth, nutrient partitioning, chlorophyll content, leaf relative water content, accumulation of osmolytes and antioxidant compounds in pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 45(2), 481-490.

Yadav, S., Irfan, M., Ahmad, A., & Hayat, S. (2011). Causes of salinity and plant manifestations to salt stress: a review. Journal of Environmental Biology, 32(5), 667.

Yang, R., Yang, T., Zhang, H., Qi, Y., Xing, Y., Zhang, N., Li, R., Weeda, S., Ren, S., Ouyang, B., & Guo, Y. D. (2014). Hormone profiling and transcription analysis reveal a major role of ABA in tomato salt tolerance. Plant Physiology and Biochemistry, 77, 23-34.

Zhang, J., Jia, W., Yang, J., & Ismail, A. M. (2006). Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses. Field Crops Research, 97(1), 111-119.

Zörb, C., Geilfus, C. M., Mühling, K. H., & Ludwig-Müller, J. (2013). The influence of salt stress on ABA and auxin concentrations in two maize cultivars differing in salt resistance. Journal of Plant Physiology, 170(2), 220-224.

ŞALGAM *(BRASSICA RAPA*)'IN RUMİNANT VE KANATLI HAYVAN BESLEMESİNDE KULLANIMI

USE OF TURNIP (*BRASSICA RAPA*) IN RUMINANT AND POULTRY NUTRITION

Doç. Dr. Esra KAYA
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Celal Oruç Hayvansal Üretim Yüksek Okulu, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü
ORCID NO: 0000-0002-4697-7365

Prof. Dr. Tugay AYAŞAN
[2] Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü
ORCID NO: 0000-0001-7397-6483

Doç. Dr. Behlül SEVİM
Aksaray Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü
ORCID NO: 0000-0003-2996-3241

ÖZET
Bu derlemede, *Brassica rapa* L. (şalgam) bitkisinin ruminant ve kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanımı ve sağlık üzerindeki etkileri incelenmiştir. Hayvansal protein arzının arttırılmasında kaba yemlerin faydaları ve ülke hayvancılığına katkıları yadsınamaz bir gerçektir. Özellikle küresel ısınmanın son yıllarda etkisinin giderek artması, hayvancılıkta alternatif yem kaynakları arayışlarını tetiklemiştir. Özellikle tarımsal atıklar hayvan besleme için alternatif bir yem kaynağı olarak dikkatleri üzerine çekmekte ve döngü ekonomisi için yararlı veriler sunmaktadır. *Brassica rapa*, yüksek biyokütle üretimi ve kolay sindirilebilirliği ile önemli bir yem kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Özellikle, şalgam bitkisinin sonbahar ve kış aylarında otlatma amacıyla kullanımı, ruminant hayvanlar için yüksek kaliteli yem sağlarken, düşük sıcaklıklara karşı dayanıklılığı sayesinde verimliliği artırmaktadır. Ancak, bu bitkilerdeki yüksek nitrat içeriği nedeniyle sağlık sorunlarına yol açabileceği için dikkatli kullanım gerekmektedir. Ülke ekonomisine katkısı ve ucuz protein kaynağı olarak öne çıkan kanatlı hayvan sektörü farklı araştırmalara konu olmaktadır. *Brassica rapa*'nın kanatlılarda kullanımı üzerine yapılan araştırmalar, özellikle *Brassica rapa* tohumlarının ve polisakkaritlerinin büyüme performansı, bağışıklık fonksiyonu ve bağırsak sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. Ayrıca, qiamagu polisakkaritlerinin, antibiyotiklerin yerine geçebilecek potansiyele sahip olduğu ve tavukların sindirim sistemini iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, *Brassica rapa* L. bitkisinin ruminant ve kanatlı hayvanlarda verimlilik artırıcı ve sağlık destekleyici etkiler sunduğu, bununla birlikte dikkatli yönetimle nitrat zehirlenmesi gibi olası sağlık risklerinin minimize edilebilmesi üzerinde durulmuştur.
Anahtar kelimeler: Şalgam, Hayvan Besleme, Kaba Yem, Üretim, Sağlık

ABSTRACT
This review examined the use of *Brassica rapa* L. (turnip) in ruminant and poultry nutrition and its health effects. The benefits of forages in increasing animal protein supply and their contribution to national livestock production are undeniable. The increasing impact of global warming in recent years has triggered the search for alternative feed sources in animal husbandry. Agricultural waste, in particular, is attracting attention as an alternative feed source

for animal nutrition and provides useful data for the circular economy. Brassica rapa stands out as an important feed source with its high biomass production and easy digestibility. The use of turnips for grazing in the fall and winter provides high-quality feed for ruminant animals and increases productivity thanks to its resistance to low temperatures. However, due to the high nitrate content in these plants, they can cause health problems, so they should be used with caution. The poultry sector, which stands out as a source of inexpensive protein and contributes to the national economy, is the subject of various studies. Studies on the use of Brassica rapa in poultry indicate that Brassica rapa seeds and their polysaccharides, in particular, provide positive effects on growth performance, immune function, and intestinal health. Furthermore, qiamagu polysaccharides have been observed to have the potential to replace antibiotics and improve the digestive system of chickens. In conclusion, Brassica rapa L. offers productivity-enhancing and health-promoting effects in ruminants and poultry, while careful management can minimize potential health risks such as nitrate toxicity.
Keywords: Turnip, Animal Nutrition, Forage, Production, Health

1. GİRİŞ

Brassica cinsi, dünya genelinde büyük öneme sahip bazı tarım bitkilerini ve türlerini içeren Brassiceae kabilesinin en önemli cinslerinden birisidir (López-Belchí ve ark. 2024). Bu cins, yıllık, yüksek verimli ve kolay sindirilebilen bir bitki grubu olup; türüne bağlı olarak ekimden 80 ile 150 gün sonra otlatma amacıyla kullanılabilir (Ayan ve ark., 2006). Azot gübrelemesi ve hava koşullarına bağlı olarak Brassica bitkilerinin yapraklarındaki ham protein içeriği %15 ile %25 arasında iken; köklerde ise %8 ile %15 arasında değişim göstermektedir. Ayrıca, Brassica türlerinin kuru madde verimi hektar başına 4 ile 8 ton arasında değişebilmektedir (Rao ve Horn, 1986; Geren ve ark., 2002; Türk ve ark., 2009). Şalgam, ürün rotasyonu sistemlerine entegre edilerek çevresel olarak sürdürülebilir tarıma katkıda bulunan bir yağ tohumu ürünü olarak kabul edilir. Çeşitli avantajlarına rağmen, ürünün yetiştirilmesi nispeten düşük verimliliği nedeniyle küresel olarak azalmış ve yerini diğer ürünlere bırakmıştır. Genomik araçların kullanımı, yetiştirme sürecini geliştirebilir ve genetik kazanımları hızlandırabilir (Alemu ve ark. 2024).

2. BESİN İÇERİĞİ

Yemlik şalgam (*Brassica rapa* L.), Brassica cinsine ait türlerden birisi olup, alternatif bir kaba yem kaynağıdır. Yaprakları ve düşük şeker içeriğine sahip kökleri, sığır ve koyunlar tarafından istekle tüketilir. Ayrıca, gramineae (buğdaygil) türlerinin verimsiz olduğu sıcak ve kurak dönemlerde, sonbahar sonlarında veya kış ortasında ek yemleme amacıyla otlatma için rahatlıkla kullanılabilir. Yüksek besin içeriğine ihtiyaç duyan hayvanların beslenmesinde de kullanılmaktadır (Ayan ve ark., 2006; Hall ve Jung, 2008).

100 gram şalgam kökü, 2 gram diyet lifi, 0,1 gram yağ, 6,7 gram karbonhidrat, 0,6 gram protein, 1,1 miligram riboflavin, 0,4 miligram tiamin, 0,08 miligram Vitamin B_6, 16 miligram Vitamin C, 20 mikrogram folat, 50 miligram kalsiyum, fosfor ve demir, 8 miligram magnezyum, 280 miligram potasyum ve 18 miligram sodyum sağlar (Lo Scalzo ve ark., 2008; Javed ve ark. 2019). Bu nedenle, şalgam kökü düşük kalorili (100 gram başına 28 kalori) olmakla birlikte, mineraller, vitaminler, diyet lifi ve antioksidanlar bakımından iyi bir depo kaynağıdır.

Şalgam yeşilliklerinde, şalgam köklerinde bulunmayan birçok temel besin maddesi bulunmaktadır. Şalgam yeşillikleri sadece karotenoidler, ksantinler, lutein, vitamin A ve vitamin C gibi antioksidanlar bakımından zengin olmakla kalmaz, aynı zamanda vitamin K açısından da mükemmel bir kaynaktır. Cartea ve ark. (2010), B vitamini kompleksi yani riboflavin, pantotenik asit ve tiamin'in şalgam üst yeşilliklerinde bolca bulunduğunu bildirmiştir. Aynı şekilde, kalsiyum, demir, bakır ve manganez, taze şalgam yeşilliklerinde bulunan önemli

minerallerdir. Aminullah ve ark. (2025) ise şalgam ekstraktında Gluconapin, Glucobrassicin, Sinigrin gibi bioaktif bileşiklerin olduğunu ifade etmiştir.

3. BİTKİSEL ÖZELLİKLER VE YETİŞTİRİCİLİK

Brassica cinsinin en tanınmış türü olan *B. oleracea* (brokoli, karnabahar, kara lahana, beyaz lahana, Brüksel lahanası ve alabaş) dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilmekte ve yüksek oranda tüketilmektedir (Nawaz ve Shad, 2018).
Brassica rapa ssp. rapa, yani şalgam, dünya genelinde en önemli yaprak ve kök sebzelerinden biridir (Javed ve ark. 2019; Paul ve ark., 2019). Hem lezzetli kökleri hem de vejetatif dönemde hasat edilen yaprakları (şalgam otu) için yetiştirilmektedir; ayrıca şalgam tepeleri, yani çiçek tomurcukları ve çevresindeki yapraklarla birlikte meyve veren sürgünler, çiçek açmadan önce ve hâlâ yeşilken tüketilmektedir (Francisco ve ark., 2011). Genç şalgam kökleri genellikle salatalarda çiğ olarak tüketilirken, şalgam otları ve tepeleri genellikle pişirilerek ya da buharda haşlanarak servis edilir. Şalgam yaprakları kendine has acımsı bir tada sahiptir ve bu özellik onları brokoli, lahana veya karnabahar gibi diğer Brassica sebzelerinden ayırır (Francisco ve ark., 2009; Paul ve ark., 2019). Fenolik bileşiklerin iz miktarda bulunması ve düşük antioksidan kapasitesi nedeniyle şalgam kökü, sağlık açısından şalgam tepe ve yapraklarına göre daha az faydalı olarak değerlendirilmektedir (Paul ve ark., 2019).
Koch ve Karakaya (1998), yemlik turpun yüksek su içeriği nedeniyle hasattan sonra önemli besin kayıplarına yol açabileceğini, bu nedenle yalnızca silaj olarak hayvan beslemesinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Brassica campestris sensu lato L. x Brassica rapa L. melezlerinin otlatıldığı kuzularda günlük 214-249 g arasında canlı ağırlık artışı sağlandığı ve bu melezin geç dönem kuzu beslenmesi için uygun olduğu, mera sisteminde önemli bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir (Geren ve ark., 2002).

4. Ruminant Hayvanlarda Kullanımı

Brassicaceae (Turpgiller) familyasına ait türler (örneğin brassica bitkileri), sonbaharda hızlı büyüme ve yüksek biyokütle üretimi nedeniyle örtü bitkisi olarak kullanılmaktadır (Chen ve ark. 2007; Gieske ve ark. 2016). Brassica'ların uzun, kalın ve derin kazık kökleri sıkışmış toprak katmanlarını kırarak alt toprak sıkışmasını azaltır ve su sızmasını artırır (Dabney ve ark. 2001; Williams ve Weil, 2004; Chen ve ark., 2007; Weil ve Kremen 2007; Chen ve Weil, 2011; Chen ve ark., 2014). Yeni Zelanda'da, brassica yem bitkileri hem takviye yem olarak hem de hayvancılık sistemlerinde çok yıllık meralara alternatif olarak yaygın şekilde yetiştirilmektedir. Yeni Zelanda'dan gelen raporlar, brassica yem bitkilerinin yüksek kaliteli yem üretme potansiyelleri ve mera yenileme döneminde ara ürün olarak kullanım avantajları açısından önemli olduğunu göstermektedir (Nichol ve ark. 2003; Wilson ve ark. 2006; de Ruiter ve ark. 2009).
McCartney ve ark. (2009) tarafından yapılan bir derlemede, Kanada koşullarında otlatma sistemlerinde umut vadeden brassica bitkileri özetlenmiştir. Sığır yetiştiricilerinin kullandığı kokteyller genellikle toprak işleme turpu (Raphanus sativus), mor baş şalgam (B. campestris) ve phacelia (Phacelia tanacetifolia) gibi forbları içeren yıllık yem brassica bitkilerini kapsamaktadır. Brassica yem bitkileri yaz aylarında (Jung ve ark. 1986; Rao ve Horn 1986) veya sezon sonu otlatma için kullanılabilir (Koch ve ark. 1987; Guillard ve Allinson 1988). Bu şekilde kullanıldığında, brassica bitkileri otlatma sezonunu uzatabilir ya da mevsim boyunca daha dengeli bir yem dağılımı sağlayabilir. Brassica yemleri, yüz egzaması ve çavdar otu zehirlenmesi gibi mera kaynaklı sağlık sorunlarının önlenmesi için alternatif yem kaynağı olarak kullanılabilir. Ayrıca, brassica bitkileri mera yenileme döneminde yabancı ot, zararlı ve hastalıkların azaltılması, toprak koşullarının iyileştirilmesi ve yeni meraların kurulması için temiz tohum yataklarının oluşturulması gibi avantajlar da sunmaktadır (de Ruiter ve ark. 2009).

Brassica'lar düşük sıcaklıklarda (0-5°C) iyi gelişir ve dona (−10°C) dayanıklıdır; bu da sonbaharda otlatma sezonunu uzatır (McCartney ve ark. 2009). Otlatma sezonunun uzatılması kış besleme maliyetlerini azaltabilir ve işletmenin kârlılığını artırabilir (Penrose ve ark. 1996). Ancak, sığırların saf brassica meralarında beslenmesi durumunda nitrat zehirlenmesi, akut solunum sıkıntısı sendromu, hipomagnezemi (çim tetanisi) ve et ile sütte koku bozulması gibi riskler bildirilmiştir (Arnold ve Lehmkuhler, 2014). Yem bitkisinde %0,45'in üzerinde NO_3-N konsantrasyonu, otlayan hayvanlarda performans düşüklüğüne ve aşırı durumlarda ölüme neden olabilir (Nichol 2007). Lenz ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, brassica bitkilerinin tahıllara veya örtü bitkisi karışımlarına göre daha fazla nitrat biriktirdiği (ortalama %0,41 NO_3-N, diğerlerinde <%0,20) bulunmuştur. Şalgam yaprakları ve kale bitkisinde nitrat konsantrasyonları değişkenlik göstermekte olup, bazı örneklerde yüksek düzeylerde bulunmuş ve bu da gönüllü yem tüketiminin azalmasıyla ilişkilendirilmiştir (Barry, 2013). Yem şalgamının (Brassica rapa) %7 veya %10 oranında buğday samanı (BS) ve %1, %2 veya %3 oranında melas (M) ilavesiyle silolanabileceği ve ruminantlar için alternatif bir yem kaynağı olabileceği bildirilmiştir (Dogan ve Denek, 2021).

Şalgam gibi ticari olmayan yumru ve kökler, pirinç samanı ve buğday samanı gibi tarımsal artıklarla birlikte silaj yapılabileceği ve uygun silajlar, yaklaşık %25 kuru tarımsal artık (örneğin pirinç samanı) ve %75 taze yumru veya kök içermesi gerektiği ayrıca bu silajlarla pirinç samanı ile karıştırılarak, karma yem karışımından (CFM) sağlanan %60 gereksinim ile birlikte beslenmesinin, koyunlar için uygun ve güvenli rasyonlar olabileceği belirtilmiştir (Ghoniem ve ark., 2020).

5. KANATLI HAYVANLARDA KULLANIMI

Şalgam yaprak ve kök unları, sınırlı oranlarda broiler ve yumurtacı tavuk rasyonlarına eklenebilir (Zhu ve ark. 2024). Bağışıklık sistemi ve yumurta kalitesine katkı sağlayabilir. şalgam ekstresi, broyler tavuklarının büyüme promosyonu ve gastrointestinal traktus enfeksiyonlarının kontrolü amacıyla yemlerinde kullanılan antibiyotiklerin potansiyel olarak yerine geçebileceği bildirilmiştir (Eghbaldost-Jadid ve ark., 2021).

Başka bir araştırmada, Brassica rapa L. tohumlarının antioksidan özellikleri ve bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, etanol, etil asetat ve su kullanılarak üç farklı ekstrakt hazırlanmış ve toplam fenolik ve flavonoid içerikleri spektrofotometrik yöntemlerle belirlenmiştir. Sonuçlar, Brassica rapa L. tohumlarının antioksidan ve bağışıklık uyarıcı özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Qiamagu (Brassica rapa L.) polisakkaritlerinin sarı tüylü broiler tavukların büyüme performansı, bağışıklık sistemi ve bağırsak sağlığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, 240 bir günlük erkek sarı tüylü broiler civcivine, bazal yeme 250, 500 ve 1000 mg/kg qiamagu polisakkaridi eklenerek 63 gün boyunca beslenmiştir. Sonuçlar, 500 mg/kg qiamagu polisakkaridi eklenen grubun, büyüme performansı, serum bağışıklık indeksleri, bağırsak morfolojisi ve yararlı bağırsak bakterilerinin relatif bolluğu açısından en iyi sonuçları gösterdiğini ortaya koymuştur (Liu ve ark., 2025).

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmalar, şalgam'ın hem ruminantlar (sığır, koyun vb.) hem de kanatlılar (tavuklar) üzerinde beslenme değeri açısından önemli etkiler sunduğunu göstermektedir. Çalışmaların genel değerlendirilmesi, Brassica rapa'nın hayvan sağlığı, büyüme performansı, bağışıklık fonksiyonu ve sindirim sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymuştur.

Ruminantlar Üzerindeki Etkiler: Şalgam bitkileri, ruminantlar için kaliteli bir yem kaynağı olarak kullanılabilir. Yapılan çalışmalar, bu bitkilerin özellikle sonbahar ve kış aylarında otlatma amaçlı kullanımda önemli avantajlar sunduğunu göstermektedir. Şalgam bitkileri, ruminantların beslenmesinde yüksek biyokütle üretimi ve düşük sıcaklıklara karşı

dayanıklılıkları sayesinde maliyetleri azaltarak verimliliği artırabilir. Ancak, bu bitkilerde nitrat birikimi riski de göz önünde bulundurulmalıdır. Yüksek nitrat konsantrasyonları, hayvanlarda sağlık sorunlarına yol açabilir, bu nedenle uygun şekilde silajlanarak bu sorunların önüne geçilmelidir.

Kanatlılar Üzerindeki Etkiler: Şalgam'ın kanatlılar üzerindeki etkileri, özellikle bağışıklık sistemi ve büyüme performansı açısından önemlidir. Qiamagu (Brassica rapa) polisakkaritlerinin broiler tavuklarında büyüme performansını iyileştirdiği, bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkilerini artırdığı ve bağırsak sağlığını desteklediği gözlemlenmiştir. Bu bitkinin, antibiyotiklerin yerine geçebilecek potansiyele sahip olduğu ve tavukların gastrointestinal sağlıklarını iyileştirebildiği de gösterilmiştir.

Sonuç olarak, Brassica rapa L. bitkilerinin hem ruminantlarda hem de kanatlılarda verimliliği artırabilecek ve sağlık üzerinde olumlu etkiler yaratabilecek potansiyele sahip olduğu bu çalışma ile ortaya konmuştur.

8. KAYNAKÇA

Alemu, A., Sundaramoorthy, J., Abreha, K. B., Enyew, M., Geleta, M., & Carlsson, A. S. (2024). Developing genomic tools to assist turnip rape [Brassica rapa (L.) subsp. oleifera (DC.) Metzg.] breeding. Frontiers in Genetics, *15*, 1435474.

Aminullah, N., Mostamand, A., Zahir, A., Mahaq, O., & Azizi, M. N. (2025). Phytogenic feed additives as alternatives to antibiotics in poultry production: A review. Veterinary World, 18(1): 141-154.

Arnold, M., & Lehmkuhler, J. (2014). Brassicas: be aware of the animal health risks.

Ayan, İ., Önal Aşcı, Ö., Başaran, U. and Mut, H. (2006). Quality characters of some turnip (Brassica rapa L.) cultivars. Anadolu Journal of Agricultural Sciences. 21 (3), 310-313.

Barry TN. 2013. The feeding value of forage brassica plants for grazing ruminant livestock. Anim Feed Sci Technol. 181(1–4):15–25.

Cartea, M. E., Francisco, M., Soengas, P., & Velasco, P. (2010). Phenolic compounds in Brassica vegetables. Molecules, 16(1), 251-280.

Chen G, Clark AA, Lawley KY, Price A, Stocking L, Weil R. 2007. Brassicas and mustards. In: A. Clark, editor. Managing cover crops profitably. 3rd ed. College Park, MD: Sustainable Agric. Res. and Education; p. 81–90.

Chen G, Weil RR. 2011. Root growth and yield of maize as affected by soil compaction and cover crops. Soil Till. Res. 117:17–27.

Chen G, Weil RR, Hill RL. 2014. Effects of compaction and cover crops on soil least limiting water range and air permeability. Soil Till. Res. 136:61–69.

Dabney S, Delgado JA, Reeves DW. 2001. Using winter cover crops to improve soil and water quality. Commun Soil Sci Plant Anal. 32:1221–1250.

de Ruiter JM, Wilson DR, Maley S, Fletcher AL, Fraser T, Scott WR, ... Nichol W. 2009. Management practices for forage brassicas. Christchurch: Forage Brassica Development Group.

Dogan Das, B. ve Denek, N. (2021). Buğday samanı ve pekmez takviyesinin yem şalgamı (Brassica rapa) silajının kalitesi, kuzu performansı ve sindirilebilirliği üzerine etkisi. İran Uygulamalı Hayvan Bilimleri Dergisi, 11 (3), 547-555.

Eghbaldost-Jadid, R., Nosrati, M., Rasouli, B., Seidavi, A., & Phillips, C. J. (2021). The effects of turnip (Brassica rapa) extract on the growth performance and health of broilers. Animals, 11(3), 867.

Francisco M, Cartea ME, Soengas P, Velasco P. Effect of genotype and environmental conditions on health-promoting compounds in brassica rapa. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2011; 59 (6):2421–31.

Geren, H., Demiroğlu, G. and Avcıoğlu, R. (2002). Investigations on the yield characteristics of some forage turnip (Brassica rapa L.) cultivars. Journal of Agriculture Faculty of Ege University. 39 (1), 47-53.

Ghoniem, A. H., Zaki, M. A., Osman, A. A., & Soliman, E. S. (2020). Evaluation of silages of potato, sweet potato and turnip with rice straw or wheat straw with or without urea and studies the effect of rations containing ıts silages on digestion coefficients and rumen fermentation in sheep. Journal of Animal, Poultry & Fish Production, 9(1), 27-36.

Gieske MF, Ackroyd VJ, Baas DG, Mutch DR, Wyse DL, Durgan BR. 2016. Brassica cover crop effects on nitrogen availability and oat and corn yield. Agron J. 108:151–161.

Guillard K, Allinson DW. 1988. Yield and nutrient content of summer-and fall-grown forage Brassica crops. Can J Plant Sci. 68(3):721–731.

Hall, M. H., & Jung, J. (2008). Use of brassica crops to extend the grazing season. Agronomy Facts, 33, 1-4.

Javed, A., Ahmad, A., Nouman, M., Hameed, A., Tahir, A., & Shabbir, U. (2019). Turnip (Brassica Rapus L.): A natural health tonic. Brazilian Journal of Food Technology, 22, e2018253. https://doi.org/10.1590/1981-6723.25318

Jung GA, Byers RA, Panciers MT, Shaffer JA. 1986. Forage dry matter accumulation and quality of turnip, Swede, rape, Chinese cabbage hybrids, and kale in the Eastern USA. Asron J. 782:245–253.

Koch DW, Ernst Jr FC, Leonard NR, Hedberg RR, Blenk TJ, Mitchell JR. 1987. Lamb performance on extended-season grazing of tyfon. J. Anim. Sci. 64:1275–1279.

Koch, D.W. and Karakaya, A. (1998). Extending the grazing season with turnips and other brassicas. Wyoming co-operative Extension Service Bull. B-1051.

Liu, T., Wang, S., Yan, J., Ma, Y., Wang, Z., Zhu, J., ... & Wang, J. (2025). Effects of Qiamagu (Brassica rapa L.) polysaccharide on growth performance, immunity and gut health of yellow-feathered broilers. BMC Veterinary Research, 21(1), 127.

López-Belchí, M. D., Toro, M. T., Illanes, M., Henríquez-Aedo, K., Fernández-Martinez, J., Schoebitz, M., ... & Moreno, D. A. (2024). Exploring strategies to growth wild turnip sprouts as healthy food. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 11(1), 53.

Lo Scalzo, R., Genna, A., Branca, F., Chedin, M., & Chassaigne, H. (2008). Anthocyanin composition of cauliflower (Brassica oleracea L. var. botrytis) and cabbage (B. oleracea L. var. capitata) and its stability in relation to thermal treatments. Food Chemistry, 107(1), 136-144.

McCartney D, Fraser J, Ohama A. 2009. Potential of warm-season annual forages andBrassicacrops for grazing: a Canadian review. Can J Anim Sci. 89(4):431–440.

Nawaz, H., & Shad, M. A. (2018). Phytochemical composition and antioxidant potential. Brassica Germplasm: Characterization, Breeding and Utilization, 7.

Nichol W, Westwood C, Dumbleton A, Amyes J. 2003. Brassica wintering for dairy cows: overcoming the challenges. South Island Dairy Event Conference Proceedings (pp. 154–172).

Nichol WW. 2007. Nutritional disorders of ruminants caused by consumption of pasture and fodder crops. In: Rattray PV, Brookes IM, Nicol AM, editor. Pasture and supplements for animals, 14th ed. Hamilton: Society of Animal Production; p. 133–149.

Paul S, Geng CA, Yang TH, Yang YP, Chen JJ. Phytochemical and health-beneficial progress of turnip (Brassica rapa). J Food Sci. 2019; 84(1):19–30.

Penrose CD, Bartholomew HR, Sulc RM, Schumacher SD, Duff RICK. 1996. Performance of brassica cultivars from New Zealand and United States seed sources in Southeast Ohio, USA. In Proceedings of the conference-New Zealand grassland association (pp. 111–114).

Rao, S.C. and Horn, F.P. (1986). Planting season and harvest date effects on dry matter production and nutritional value for Brassica ssp. in the southern great plain. Agronomy Journal. 78, 327-333.

Türk, M, Albayrak, S, Balabanli, C. And Yüksel, O. (2009). Effects of fertilization on root and leaf yields and quality of forage turnip (Brassica rapa L.). Journal of Food, Agriculture & Environment. 7 (3-4), 339-342.

Weil R, Kremen A. 2007. Thinking across and beyond disciplines to make cover crops pay. J Sci Food Agric. 87:551–557.

Williams SM, Weil RR. 2004. Crop cover root channels may alleviate soil compaction effects on soybean crop. Soil Sci Soc Am J. 68:1403–1409.

Wilson DR, Reid JB, Zyskowski RF, Maley S, Pearson AJ, Armstrong SD, ... Stafford AD. 2006. Forecasting fertiliser requirements of forage brassica crops. In proceedings of the conference – New Zealand grassland association (Vol. 68, p. 205).

Zhu, J., Wang, Z., Li, N., Ma, Y., Liu, T., Wang, J., & Shen, H. (2024). Effects of dietary Brassica rapa L. polysaccharide on growth performance, immune and antioxidant functions and intestinal flora of yellow-feathered quail. Scientific Report*s*, *14*(1), 28252.

SİNİROTUNUN (*PLANTAGO* SPP.) KANATLI BESLEMESİNDE KULLANIMI: ETLİK PİLİÇLER VE YUMURTACI TAVUKLAR ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

USE OF PLANTAIN (*PLANTAGO* SPP.) IN POULTRY NUTRITION: EFFECTS ON BROILER AND LAYING CHICKENS

Doç. Dr. Esra KAYA
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Celal Oruç Hayvansal Üretim Yüksek Okulu, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü
ORCID NO: 0000-0002-4697-7365

Prof. Dr. Tugay AYAŞAN

[2] Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü
ORCID NO: 0000-0001-7397-6483

Doç. Dr. Behlül SEVİM

Aksaray Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü
ORCID NO: 0000-0003-2996-3241

ÖZET
Bu derlemede, Sinirotunun (*Plantago lanceolata*), etlik piliçler ve yumurtacı tavuklar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Dünya nüfusunun artmasının yanında artan gelir eşitsizliği hayvansal kökenli proteinlere erişimi zorlaştırmaktadır. Bu şartlarda gerek yumurta gerekse de beyaz et halen ucuz protein kaynakları olarak insan beslenmesinde öne çıkmaktadır. Küresel ısınmanın yem maliyetleri üzerindeki artan etkisi farklı yem kaynaklarının hem yem hem de yem katkı maddesi olarak kullanılabilirliği üzerine araştırmaları artırmıştır. Ülkemizin sahip olduğu zengin bitki çeşitliliği ve bu bitkilerin fitokimyasal bakımından potansiyel yararlarını ortaya koymak için yapılan çalışmalar devam etmektedir. Sinirotu değişik toprak şartlarında kolaylıkla gelişebilen, Plantaginaceae familyasının ait çok yıllık bir bitkidir. İlkbaharda çiçek açan sinirotu bitkisinin olgunlaşması Eylül ayını bulmakta olup acımsı bir tata sahiptir. Türkiye'nin çayır ve meralarında doğal olarak yetişen sinir otunun dar yapraklı ve geniş yapraklı türleri mevcuttur. Sinirotunun içerdiği fitokimyasal kompozisyonundaki bol miktarda sekonder metabolit aktif maddelerden (glikozitler, flavonoidler, tanenler, polisakkaritler) kaynaklı antioksidan, antitümör, antihelmintik ve antimikrobiyal etkilere sahiptir. Sinirotu, sahip olduğu biyolojik aktif bileşenler sayesinde hayvan sağlığını ve üretim performansını iyileştirmektedir. Etlik piliçlerde, sinirotu takviyesi büyüme performansını artırmakta, etin renk, lezzet ve duyusal özelliklerini iyileştirmektedir. Yumurtacı tavuklarda ise, yumurta sarısının rengini artırarak yumurta üretimini desteklemektedir. Ancak, aşırı dozda kullanımının olumsuz sonuçlar doğurabileceği vurgulanarak, uygun dozajın belirlenmesi önemlidir. Sinirotu, doğal bir yem katkı maddesi olarak büyük potansiyel taşımaktadır.
Anahtar kelimeler: Sinir Otu, Hayvan Besleme, Fitokimyasal, Üretim, Sağlık

ABSTRACT
This review examined the effects of plantain (*Plantago lanceolata*) on broilers and laying hens. The increasing global population coupled with increasing income inequality makes access to animal-based proteins difficult. Under these circumstances, both eggs and white meat remain prominent sources of inexpensive protein in human nutrition. The increasing impact of global warming on feed costs has increased research on the usability of different feed sources as both feed and feed additives. Studies are ongoing to reveal Türkiye's rich plant diversity and the potential phytochemical benefits of these plants. Plantain is a perennial plant belonging to the Plantaginaceae family that thrives in diverse soil conditions. Plantain blooms in spring and matures in September, with a bitter taste. Plantain naturally grows in Türkiye's meadows and pastures, and there are both narrow-leaved and broad-leaved species. Plantain has antioxidant, antitumor, anthelmintic, and antimicrobial effects due to the abundant secondary metabolite active substances (glycosides, flavonoids, tannins, polysaccharides) in its phytochemical composition. Thanks to its biologically active components, plantain improves animal health and production performance. In broiler chickens, plantain supplementation increases growth performance and improves meat color, flavor, and sensory properties. In laying hens, it supports egg production by enhancing egg yolk color. However, it is important to determine the appropriate dosage, as excessive use can have negative consequences. Plantain holds great potential as a natural feed additive.
Keywords: Plantain, Animal Nutrition, Phytochemical, Production, Health

GİRİŞ

Etlik piliç eti talebi artarken, güvenli et ihtiyacı da hızlı nüfus artışı ve kişi başına gelir düzeyinin yükselmesi nedeniyle tüketicilerin daha fazla dikkatini çekmektedir. Ayrıca, piliç eti, sığır, kuzu ve domuz etine kıyasla üstün besin değeri ve daha düşük üretim maliyetleri nedeniyle et tüketicilerinin önemli ilgisini çekmektedir (Adamski ve ark., 2017; Scollan ve ark., 2017). Artan güvenli et talebini karşılamak için, optimal dozlarda bitkisel takviyeler katkı maddesi olarak kullanılmakta ve bunların antioksidan, anti-inflamatuar, bağışıklık sistemini uyarıcı ve antimikrobiyal özelliklerinden yararlanılmaktadır (Ebrahim ve ark., 2015; Qureshi ve ark., 2016). Bu özellikleri sayesinde, bitkisel takviyeler, serum metabolitlerini etkili bir şekilde değiştirerek piliç üretimini ve et kalitesini iyileştirme potansiyelleri nedeniyle büyük ilgi görmüştür (Alipour ve ark., 2015; Rahman ve ark., 2022).
Sinirotu (Plantago lanceolata L.), düşük ham lif içeriğine sahip, yumuşak dokulu, yüksek proteinli ve ikincil metabolitler açısından zengin bir bitkidir ve etlik piliçler ile yumurtacı tavuk yemlerinde uygun bir katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Redoy ve ark., 2021; Rahman ve ark., 2021). Sinirotu, antioksidatif, anti-inflamatuar özelliklere ve insülin duyarlılığına sahip akteosit ve aukubin gibi büyük miktarda ikincil metabolit içerir (Al-Mamun ve ark., 2008a; Al-Mamun ve ark., 2017; Redoy ve ark., 2021). Bu özellikleri sayesinde, Sinirotu özü veya tohumu verilen etlik piliçlerde, kan metabolitlerinin etkili bir şekilde değiştirilmesi yoluyla performansın ve et kalitesinin iyileştiği bildirilmiştir (Mazhari ve ark., 2016; Camy ve ark., 2020; Al-Mamun ve ark., 2023). Ayrıca, yapılan araştırmalar, %0,9 oranında gölgede kurutulmuş Sinirotu tozu ilavesinin, ticari yumurtacı tavuklarda verim ve kaliteyi artırdığını göstermiştir (Rahman ve ark., 2021). Etlik piliçlere temel yemle birlikte %0,5, %1,0 veya %1,5 oranlarında taze Sinirotu bitkisi verildiğinde, %1,0 taze Sinirotu ilavesinin üretim performansını, serum antioksidan seviyelerini, doymamış yağ asitlerini artırdığı ve et rengini iyileştirdiği belirlenmiştir (Redoy ve ark., 2021). Bu nedenle, rasyon formülasyonuna Sinirotu bitkisi dahil edilmesi, piliç performansının ve et kalitesinin iyileştirilmesini sağlamaktadır. Bu derleme sinirotunun etlik piliçlerde ve yumurtacı tavuklarda kullanımını yapılan çalışmalarla ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

1. ETLİK PİLİÇLERDE SİNİROTUNUN KULLANIMI

Plantain (Plantago lanceolata L.), Plantaginaceae familyasına ait dar yapraklı çok yıllık bir ot, ruminantlar ile kümes hayvanları için bir yem bitkisi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Camy ve ark., 2020; Redoy ve ark., 2020). Zengin bir fitokimyasal profile sahip olan bu bitki, içinde bulundurduğu acteoside, aucubin ve catalpol gibi bileşiklerle hayvan sağlığı ve verimliliği üzerinde geniş bir faydalı etki yelpazesi göstermektedir (Yap ve ark., 2019). Plantain'deki biyolojik aktif bileşikler, broylerlerde antibakteriyel, antioksidan, antiinflamatuar ve antiparazitik etkiler göstermektedir (Ferrazzano ve ark., 2015; Boamah ve ark., 2016; Peña-Espinoza ve ark., 2018; Hammami ve ark., 2020). Ayrıca, Sinirotunun daha yüksek serbest radikal temizleme aktivitesine sahip olduğu bildirilmiştir, bu da et pigmentlerinin oksidasyonunu engelleyerek etin rengini ve duyusal özelliklerini iyileştirebilir (Redoy ve ark., 2020). Ayrıca, Sinirotunun zengin yağ asidi profili, broyler etinin besin değerini artırabilir (Bajer ve ark., 2016). Ancak, Sinirotunun aşırı dozda kullanımı, tanin, saponin ve diğer polifenolik bileşikler içerdiği için bazı olumsuz sonuçlar doğurabilir (Ebrahim ve ark., 2015). Bu bileşiklerin yüksek seviyeleri, yem alımını, besin maddesi emilimini, zehirlenmeyi, kemik oluşumunu engelleyebilir hatta ölüme yol açabilir (Ebrahim ve ark., 2015).
Chacrabati ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, broyler yeminde ticarî bir antioksidan yerine 50 g taze PL/kg diyet kullanılarak büyüme performansının artırılabileceği bildirilmiştir. Aksine, Mazhari ve ark. (2016) çalışmasında, 100 g/kg PL diyeti ile broylerlerin büyümesinin ve bağışıklığının, 50 g/kg diyet ve kontrol diyetine göre daha iyi olduğu bulunmuştur.

BÜYÜME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLER

Tıbbi bitkilerin kullanımı binlerce yıl öncesine dayanmaktadır, ancak son zamanlarda özellikle insan, hayvan ve tavukçuluk endüstrisi için sağlık ve büyüme artırıcı yem katkı maddeleri olarak özel olarak dikkate alınmaktadır. Fitogenik maddeler, sindirim enzimlerinin salgısını, bağırsak gelişimini ve antimikrobiyal aktiviteyi uyarmaları nedeniyle büyüme artırıcılar olarak kullanılabilir (Khaksar ve ark., 2012). Ayrıca, sinirotunun daha yüksek serbest radikal temizleyici aktivitesi, et pigmentlerinin oksidasyonunu engelleyebilir, bu da et renginin ve duyusal özelliklerinin iyileşmesine yol açabilir (Redoy ve ark., 2020). Dahası, sinirotundaki zengin yağ asidi profili, etlik piliç etinin beslenmesini geliştirebilir (Bajer ve ark., 2016). Bununla birlikte, sinirotu takviyesinin aşırı dozda kullanımı, içinde bulunan tanin, saponin ve diğer polifenolik bileşikler nedeniyle bazı olumsuz sonuçlar doğurabilir (Ebrahim ve ark., 2015). Bu bileşiklerin yüksek seviyeleri, yem alımını, besin emilimini, zehirlenmeyi, kemik oluşumunu hatta ölümüne kadar çeşitli olumsuz etkiler yaratabilir (Ebrahim ve ark., 2015). Chacrabati ve ark. (2013), 50 g taze sinirotunun/kg yem oranının, büyüme performansını iyileştirmek için ticari bir antioksidanın yerine kullanılabileceğini bildirmiştir. Buna karşılık, Mazhari ve ark. (2016), taze sinirotu ile beslenen broylerlerin, 100 g/kg yem oranında, 50 g/kg yem oranına ve kontrol yemi ile karşılaştırıldığında daha iyi büyüme ve bağışıklık geliştirdiğini bulmuştur.

BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ VE BAĞIRSAK SAĞLIĞI

Dl otu, beş sınıf biyolojik olarak aktif bileşik içerir: flavonoidler (baicalein, baicalin ve luteolin), fenolik bileşikler (kafeik asit, klorojenik asit, ferulik asit ve p-kumarik asit), benzoik bileşik (vanilik asit), iridoid glikozit (aucubin) ve triterpenler (oleanolik asit ve ursolik asit) (Oto ve ark., 2011). Bu bileşikler, yara iyileştirici, analjezik, antiinflamatuvar, antioksidatif,

hafif antibiyotik, bağışıklık düzenleyici ve antimikrobiyal aktiviteler gibi çeşitli biyolojik etkiler göstermektedir (Kolak ve ark., 2011).

ET KALİTESİ

Sinirotu, hayvansal besleme açısından önemli bir bitki olup, hayvanların fizyolojik durumlarını iyileştirmekte ve antibiyotik büyüme destekleyicilerine olan ihtiyacı azaltmaktadır. Ayrıca, sinirotu sadece biyolojik aktif bileşenler kaynağı olmakla kalmaz, aynı zamanda protein ve mineraller açısından da zengindir (Al-Mamun ve ark., 2008a). Sinirotunun tanenler içerdiği bildirilmiştir, bu da karkas kompozisyonunu etkileyebilir (Dorfler ve Roselt 1989). Bu bitki, bitkisel birincil ve ikincil metabolitler açısından zengin bir kaynaktır. Bu metabolitler, süperoksit anyon radikal süpürücü aktivitelere sahiptir ve bu özellikleri sayesinde kan metabolitlerini olumlu yönde etkileyerek hayvan verimliliğini artırır ve et kalitesini iyileştirir (Al-Mamun ve ark., 2008b; Al-Mamun ve ark., 2009; Camy ve ark., 2019; Redoy ve ark., 2021). Bunun yanı sıra, broyler rasyonlarına sinirotu ilavesi, abdominal yağ oranını azalttığı ve etin lezzet, sulu kalma, yumuşaklık ve genel beğeni özelliklerini iyileştirdiği bildirilmiştir (Chacrabati ve ark., 2013; Camy ve ark., 2019). Bir çalışmada, broylerlerde optimum büyüme, serum antioksidan durumu ve et kalitesi için en uygun sinirotu dozu belirlenmiştir. Diyetlerine 80 g/kg sinirotu eklenen broylerlerde, büyüme performansı ve et kalitesinde iyileşmeler gözlemlenmiştir (Redoy ve ark., 2021). Rahman ve ark., (2023) çiftlik koşullarında sinirotu takviyesinin etlik piliç üretimi üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Sonuçlar, sinirotu takviyesinin büyüme performansını artırdığını, yem dönüşüm oranını iyileştirdiğini ve et kalitesini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Ayrıca, sinirotu takviyesi yapılan gruplarda kar marjının iki katına çıktığı belirtilmiştir.

2. TAVUKLARDA SİNİROTUNUN KULLANIMI

Sinirotu (PL, Plantago lanceolata L.), Plantaginaceae familyasına ait, dar yapraklı çok yıllık bitki olup bazı ülkelerde "düz ot" olarak bilinir. Sinirotu, Avrupa, Amerika ve Çin'de bitkisel tıpta kullanılmıştır (Nishibe 1994; Blumenthal 1998; Gálvez ve ark. 2005) ve son zamanlarda bitki yetiştiricileri, yüksek verimli ve potansiyel olarak hayvan yemi olarak kullanılabilecek iki dik ve yüksek verimli çeşidi geliştirmiştir: Grasslands Lancelot (GL) ve Ceres Tonic (CT), bu çeşitlerin hayvan yemi olarak verimli olduğu bulunmuştur (Stewart 1996; Rumball ve ark. 1997). Sinirotu, hayvanların fizyolojik durumlarını iyileştirmesi ve antibiyotik büyüme destekleyicilerine duyulan ihtiyacı azaltması nedeniyle hayvan besleme açısından önemlidir (Stewart 1996; Rumball ve ark. 1997; Tamura ve Nishibe 2002; Sano ve ark. 2003).
Al-Mamun ve ark. (2008a), sinirotu bitkisinin fitokimyasallarından dolayı hayvanlarda tüm vücut protein sentezleme potansiyeline sahip olduğunu ve bunun, yumurtlayan tavuklarda protein dönüşüm hızını artırarak yumurta üretimini artırabileceğini ortaya koymuştur. Sinirotu, protein, mineraller, polisakaritler, fenolik asitler, flavonoidler ve iridoid glikozitler açısından mükemmel bir kaynaktır (Al-Mamun ve ark. 2008a; Zubair ve ark. 2011), ayrıca 77 mg α-tokoferol ve 149 mg lutein/kg kuru madde içermektedir (Elgersma ve ark. 2013). Bu nedenle, sinirotu ile bitki karışımının yem oranına eklenmesi, tavuklara yumurta sarısının sarı renginin artmasına neden olmuştur (Rahman ve ark., 2021).

SONUÇ

Sinirotu (Plantago lanceolata), etlik piliçler ve yumurtacı tavuklar üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Biyolojik olarak aktif bileşenleri sayesinde antibakteriyel, antioksidan ve antiinflamatuar özellikler sunarak hayvan sağlığını ve et verimini artırmaktadır. Broylerlerde, Sinirotu takviyesi, büyüme performansını iyileştirirken etin renk, lezzet ve duyusal özelliklerini de geliştirmektedir. Yumurtacı tavuklarda ise, yumurta sarısının rengini artırarak yumurta

üretimini desteklemektedir. Ancak, aşırı dozda kullanımı olumsuz etkiler yaratabileceğinden, uygun dozajın belirlenmesi önemlidir. Genel olarak, Sinirotu'nun doğal bir yem katkı maddesi olarak büyük potansiyel taşıdığı söylenebilir.

KAYNAKÇA

Adamski M, Kuzniacka J & Milczewska N. 2017. Preferences of consumers for choosing poultry meat. Polish Journal of Natural Sciences, 32: 261-271.

Alipour F, Hassanabadi A, Golian A & NassiriMoghaddam H. 2015. Effect of plant extracts derived from thyme on male broiler performance. Poultry Science, 94: 2630-2634.

Al-Mamun M, Abe D, Kofujita H, Tamura Y & Sano H. 2008a. Comparison of the bioactive components of the ecotypes and cultivars of plantain (Plantago lanceolata L.) herbs. Animal Science Journal, 79: 83-88.

Al-Mamun, M., Hanai, Y., Tanaka, C., Tamura, Y. and Sano, H. (2008b). Responses of whole body protein synthesis and degradation to plantain herb in sheep exposed to heat. Archives of Animal Nutrition, 62, 219-229.

Al-Mamun, M., Goto, K., Chiba, S. and Sano, H. (2009). Responses of plasma acetate metabolism to hop (Humulus lupulus L.) in sheep. International Journal of Biological Science, 5(3), 287-292.

Al-Mamun M, Shibuya K, Kajita M, Tamura Y & Sano H. 2017. Responses of plasma glucose metabolism to exogenous insulin infusion in sheep fed forage herb and exposed to heat. Animal, 11: 1287-1294.

Al-Mamun M, Rahman MA, Redoy MRA, Akter S, Ullah MS, Kabir MA & Hasan-Al-Sharif M. 2023. Feasibility analysis of plantain herb supplementation on broiler production at farmer level. Journal of Fisheries, Livestock and Veterinary Science, 3: 128-138.

Bajer T, Janda V, Bajerova P, Kremr D, Eisner A, Ventura K. 2016. Chemical composition of essential oils from Plantago lanceolata L. leaves extracted by hydrodistillation. J Food Sci Technol. 53(3):1576–1584.

Blumenthal M. The Complete German Commission E Monographs. 1998. Therapeutic Guide to Herbal Medicines. American Botanical Council, Austin, TX.

Boamah, Agyare C, Odoi H, Dalsgaard A. 2016. Practices and factors influencing the use of antibiotics in selected poultry farms in Ghana. J Antimicrobiol. 2(2):120–128.

Camy, M. L. Y., Redoy, M. R. A., Shuvo, A. A. S., Ray, B. C., Rahman, M. A. and Al-Mamun, M. (2019). Effect of aqueous herbal extracts on growth, plasma metabolites and meat characteristics of broiler. Bangladesh Journal of Animal Science, 48, 108-115.

Camy ML, Redoy MRA, Shuvo AAS, Ray BC, Rahman MA & Al-Mamun M. 2020. Effect of aqueous herbal extracts on growth, plasma metabolites and meat characteristics of broiler. Bangladesh Journal of Animal Science, 48: 108-115.

Chacrabati R, Chowdhury R, Yesmin S, Sano H, Al-Mamun M. 2013. Comparison of broiler performance using Plantain (Plantago lanceolata L.), Bio-Sel-E and commercial diet. Bang J Anim Sci. 42(2):123–130.

Dorfler H, Roselt G (1989). The dictionary of healing plants. London, New York and Sydney, Blandford Press, P. 328.

Ebrahim R, Liang JB, Jahromi MF, Shokryazdan P, Ebrahimi M, Li Chen W & Goh YM. 2015. Effects of tannic acid on performance and fatty acid composition of breast muscle in broiler chickens under heat stress. Italian Journal of Animal Science, 14: 572-577.

Elgersma A, Søegaard K and Jensen S K 2013 Fatty acids, α-tocopherol, β-carotene, and lutein contents in forage legumes, forbs, and a grass–clover mixture. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61, 49, 11913-11920.

Ferrazzano GF, Cantile T, Roberto L, Ingenito A, Catania MR, Roscetto E, Palumbo G, Zarrelli A, Pollio A. 2015. Determination of the in vitro and in vivo antimicrobial activity on salivary Streptococci and Lactobacilli and chemical characterisation of the phenolic content of a Plantago lanceolata infusion. Biomed Res Int. 2015:286817.

Gálvez M, Martín-Cordero C, Houghton PJ, Ayuso MJ. 2005. Antioxidant activity of methanol extracts obtained from Plantago species. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53, 1927–1933.

Hammami S, Debbabi H, Jlassi I, Joshi RK, Mokni RE. 2020. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil from the aerial parts of Plantago afra L. (Plantaginaceae) growing wild in Tunisia. S Afr J Bot. 132: 410–414.

Khaksar V, Krimpen MV, Hashemipour H & Pilevar M. 2012. Effects of thyme essential oil on performance, some blood parameters and ileal microflora of Japanese quail. The Journal of Poultry Science, 49: 106-110.

Kolak U, Boğa M, Akalin-Uruşak E & Ulubelen A. 2011. Costituents of Plantago major subsp intermedia with antioxidant and anticholinesterase capacities. Turkish Journal of Chemistry. 35: 637-645.

Mazhari M, Esmaeilipour O, Mirmahmoudi R & Badakhshan Y. 2016. Comparison of antibiotic, probiotic and great plantain (Plantago major L.) on growth performance, serum metabolites, immune response and ileal microbial population of broilers. Poultry Science Journal, 4: 97-105.

Nishibe S. 1994. Bioactive phenolic compounds in traditional medicines. Pure and Applied Chemistry 66, 2263–2266.

Oto G, Ekin S, Ozdemir HS, Demir H, Yasar S, Levent A, Berber A & Kaki B. 2011. Plantago major protective effects on antioxidant status after administration of 7,12-Dimethylbenz(a)anthracene in rats. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 12: 531-535.

Qureshi S, Banday MT, Shakeel I, Adil S, Mir MS, Beigh YA & Amin U. 2016. Histomorphological studies of broiler chicken fed diets supplemented with either raw or enzyme treated dandelion leaves and fenugreek seeds. Veterinary World, 9: 269-275.

Pena-Espinoza M, Valente AH, Thamsborg SM, Simonsen HT, ~ Boas U, Enemark HL, Lopez-Munoz R, Williams AR. 2018. ~ Antiparasitic activity of chicory (Cichorium intybus) and its natural bioactive compounds in livestock: a review. Parasit Vectors. 11(1):475–489.

Rahman MA, Ray D, Redoy MRA, & Al-Mamun M. 2021. Dose titration of herbs mixture powder supplementation on laying performance and egg quality in commercial layer chicken. Livestock Research for Rural Development, 33: 1, Article 13.

Rahman MA, Sultana S, Redoy MRA, Debi MR, Chowdhury R & Al-Mamun M. 2022. Combined impact of lemongrass and spearmint herbs on performance, serum metabolites, liver enzymes, and meat quality of broiler. Journal of Advanced Veterinary and Animal Research, 9: 712-719.

Rahman, A., Mia, M. A. A., Chowdhury, R., Redoy, M. R. A., & Al-Mamun, M. (2024). Influence of Different Forms of Plantain (Plantago lanceolata L.) Herb on Performance, Serum Metabolites, and Meat Quality of Broilers. Poultry Science Journal, 12(2), 203-210.

Redoy MR, Shuvo AA, Cheng L, Al-Mamun M. 2020. Effect of herbal supplementation on growth, immunity, rumen histology, serum antioxidants and meat quality of sheep. Animal. 14(11):2433–2441.

Redoy MRA, Rahman MA, Atikuzaman M, Shuvo AAS & Al-Mamun M. 2021. Dose titration of Plantain herb (Plantago lanceolata L.) supplementation on growth performance, serum antioxidants status, liver enzymatic activity, and meat quality in broiler chickens. Italian Journal of Animal Science, 20: 1244-1255.

Rumball W, Keogh RG, Lane GE, Miller JE, Claydon RB. 1997. Grasslands Lancelot plantain (Plantago lanceolata L.). New Zealand Journal of Agricultural Research 40, 373–377.

Sano H, Tamura Y, Shiga A. 2003. Tissue responsiveness and sensitivity to insulin in sheep fed plantain and orchardgrass and exposed to cold. New Zealand Journal of Agricultural Research 46, 169–173.

Scollan ND, Price EM, Morgan SA, Huws SA & Shingfield KJ. 2017. Can we improve the nutritional quality of meat? Proceedings of the Nutrition Society, 76: 603-618.

Stewart AV. 1996. Plantain (Plantago lanceolata) – a potential pasture species. Proceedings of New Zealand Grassland Association 58, 77–86.

Tamura Y, Nishibe S. 2002. Changes in the concentrations of bioactive compounds in plantain leaves. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50, 2514–2518.

Yap KH, Yee G, Candasamy M, Md S, Majeed A, Bhattamisra S. 2019. Effect of catalpol on liver glucose homeostasis in high fat diet/low dose streptozotocin-induced type 2 diabetes mellitus. Br J Pharmacol. 176:3051–3052.

Zubair M, Nybom H, Lindholm C and Rumpunen K 2011 Major polyphenols in aerial organs of greater plantain (Plantago major L.), and effects of drying temperature on polyphenol contents in the leaves. Scientia Horticulturae, 128, 4, 523-529.

EFFECT OF DIETARY ADDITION OF CHEESE POWDER ON PERFORMANCE AND EGG QUALITY IN LAYING QUAILS

Esra Tuğçe GÜL
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Selcuk University, Konya, Türkiye
Yusuf CUFADAR
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Selcuk University, Konya, Türkiye

ABSTRACT

This study was conducted to examine the effect of using cheese powder as an additive in the diet of laying quails on performance and egg quality. In the study, a total of 90 female quails at 10 weeks of age were randomly distributed into 5 treatment groups with 6 replicates, each containing 3 quails. The treatments were created by adding cheese powder to the basal diet at levels of 0, 2.5, 5.0, 7.5, and 10 g/kg. Quails were fed with treatment diets for 8 weeks. Body weight change, egg weight, egg mass, feed intake, feed conversion ratio, eggshell rate, and yolk index were not affected by the addition of cheese powder to the diet ($p > 0.05$). Dietary supplementation of 5 g/kg cheese powder increased final body weight compared to the control group ($p < 0.05$). Egg production increased at 10 g/kg compared to 5 and 7.5 g/kg ($p < 0.05$) but no difference was found between the treatment groups and control group. Eggshell breaking strength increased with the addition of 2.5 and 10 g/kg cheese powder and eggshell thickness improved at 5 and 10 g/kg compared to the control ($p < 0.05$). Albumen index ($p < 0.05$) and Haugh unit ($p < 0.05$) decreased at 7.5 and 10 g/kg cheese powder compared the control group. According to these results, positive results were obtained for eggshell quality in laying quails at levels of 2.5, 5, and 10 g/kg of cheese powder but internal quality parameters were negatively affected at high level (10 g/kg). Therefore, it can be said that the effects of cheese powder on performance in laying quail diets need to be evaluated with further studies, and that levels of 2.5 and 5 g/kg are appropriate for egg quality.
Keywords: Cheese powder, quail, performance, egg quality

INTRODUCTION

The search for alternative feed additives in animal nutrition was induced by the ban on the use of antibiotics as growth promoters and the increasing consumer demand for healthier animal products. Therefore, functional feed additives are currently being intensively investigated by researchers. Poultry plays a significant role among farm animals, and the use of functional feed additives is crucial. In poultry farming, these additives aim to improve animal health, reduce production costs, and support more cost-effective farming practices (Korkmaz and Coşkun, 2025).

The protein concentrations of cheese and by-products such as whey provide great sources of amino acids for poultry. Both the level and form of dietary addition of these products can significantly affect performance. In broilers, they can lead to increased body weight gain and nitrogen retention, significantly improved protein and fat digestibility, and increased absorption of minerals such as calcium, phosphorus, copper, iron, and magnesium (Cheeke, 2005; Kermanshahi and Rostami, 2006). However, the primary factor potentially limiting the use of these products in poultry feeds is the presence of lactose (Yüksel et al., 2019). Birds cannot effectively digest lactose due to the lack of the enzyme lactase, which is essential for its digestion. However, it was reported that dairy products, when consumed in limited amounts, may have beneficial effects on digestive health and performance (Ipçak, 2023; Perler et al.,

2023). Although there are various studies on dairy products such as yogurt, kefir, and whey (Bilgi and Moran, 1990; Sultan et al., 2006; Yenice et al., 2016), the number of research on cheese powder is quite limited.
The hypothesis of current experiment is that significant results will be obtained the effects of cheese powder addition to the diet at different levels on the performance and egg quality of laying quail. Therefore, this study was conducted to determine the effects of cheese powder supplementation to the diets of laying quails at different levels on performance and egg quality.

MATERIAL AND METHOD

Material

In the study, a total of 90 female Japanese quails at the age of 10 weeks were randomly distributed to 5 treatment groups with 6 replicates, according to the randomized experimental design. The basal diet was prepared to the NRC (1994) recommendation for laying Japanese quails (Table 1). Experimental diets were formed by adding cheese powder at 0, 2.5, 5.0, 7.5, and 10 g/kg levels. During the trial (8 weeks), 16 hours/day lighting was applied, and water and feed were given *ad-libitum.*

Table 1. Basal diet and nutrient contents

Ingredients	%	Nutrients	%
Maize	53.00	Metabolizable energy, kcal/kg	2908.9
Soybean meal, 46% CP	35.50	Crude protein	20.04
Vegetable oil	3.80	Calcium	2.53
Limestone	5.40	Available phosphorus	0.36
Dicalcium phosphate	1.55	Lysine	1.19
Salt	0.25	Methionine	0.48
Premix[1]	0.10	Methionine+Cystine	0.75
L-lysine	0.20	Threonine	0.65
DL-methionine	0.20		
Total	100.00		

[1]Premix is supplied that per kg of diet; Vitamin A: 20000 IU, Vitamin D_3: 10000 IU, Vitamin E: 125 mg, Vitamin K_3: 5 mg, Vitamin B_{12}: 0.0275 mg, Biotin, 0.30 mg, Folic acid: 2.5 mg, Nicotinic acid: 112.5 mg, Pantothenic acid: 37.5 mg, Pyridoxine: 3.75 mg, Riboflavin: 10 mg, Thiamine: 5 mg, Copper: 10 mg, Iodine: 3 mg, Iron: 50 mg, Manganese: 60 mg, Zinc: 50 mg, Selenium: 0.75 mg.

Method

Body weight change was determined by group weighings at the beginning and end of the trial. Experimental diets were given to the replicates by weighing and feed intake was calculated as g/day/quail. Eggs obtained from quails were recorded daily and egg production was calculated as %. Eggs collected in the last two days of each period were weighed and the egg weight was determined as g. From these data obtained, egg mass was calculated as g/day/quail with the *(% egg production x egg weight) / 100* formula, and feed conversion ratio was determined using the *feed intake / egg mass* equation.
Egg external and internal quality criteria were determined from all eggs collected on the last two days of each period of the experiment. Eggshell breaking strength was measured by applying supported systematic pressure to the blunt of the eggs (Egg Force Reader, Orka Food

Technology, Israel). Eggs determined eggshell breaking strength were broken on a clean glass surface and after the egg residues were cleaned, the eggshells were dried at room temperature for three days and weighed, then the relative eggshell weights were calculated as the ratio of the eggshell weight to the egg weight (%). The eggshell thickness was determined in µm by measuring of pointed, blunt and middle parts of the eggshells with a micrometer. The albumen and yolk heights were measured with the help of a height gauge, on the other hand, yolk diameter and albumen width and length were measured by digital calliper. From these data, albumen index did calculate with the *albumen height / ((albumen width + albumen length) / 2) × 100* formula, the yolk index from the *(yolk height / yolk diameter) × 100*formula, and the Haugh unit (Haugh, 1937) with the $100 \times \log (\text{albumen height} + 7.57 - 1.7 \times \text{egg weight}^{0.37})$ formula.

Data were analyzed by one-way ANOVA using the Minitab (Minitab, 2000) using the cage mean as an experimental unit. Duncan multiple comparison test performed in the determine the differences among treatment groups.

RESULTS AND DISCUSSION

This study was carried out to determine the effects of diets supplemented with different levels of cheese powder (0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10 g/kg) on the performance and egg quality of laying quails. The effects of the treatments on performance parameters were demonstrated in Table 2.

Table 2. The effect of different levels of cheese powder on laying quail performance

Parameters	Cheese powder levels, g/kg					SEM*	*P*-value
	0	2.5	5	7.5	10		
Initial body weight, g	242.7	245.9	260.7	248.7	242.8	11.92	0.084
Final body weight, g	253.8^{b}	268.8^{ab}	273.8^{a}	259.0^{ab}	260.4^{ab}	9.84	0.012
Body weight change, g	11.08	22.85	13.10	10.28	17.58	15.63	0.617
Egg production, %	89.88^{ab}	91.02^{ab}	88.40^{b}	87.63^{b}	94.05^{a}	2.686	0.003
Egg weight, g	12.83	12.76	13.08	13.28	12.50	0.470	0.075
Egg mass, g/quail/day	11.54	11.61	11.56	11.63	11.76	0.545	0.961
Feed intake, g/quail/day	32.83	33.36	34.39	32.87	32.54	1.460	0.233
Feed conversion ratio	2.85	2.87	2.98	2.83	2.77	0.144	0.199

$^{a, b}$:Within a row, values not sharing a common superscript are statistically different; $p \leq 0.05$.
*Standard error means

According to the results obtained for performance in the trial, it was determined that the two parameters significantly affected by the treatments were final body weight ($p < 0.05$) and egg production ($p < 0.05$) and other performance criteria did not affect ($p > 0.05$). The final body weight of the group added with 5 g/kg cheese powder was found to be significantly higher compared to control group (0 g/kg). The difference was found to be significant between the group receiving 10 g/kg cheese powder, which had the highest egg production, and the groups added 5 and 7.5 g/kg cheese powder and there was no difference between control and treatment groups. No study was found in the literature examining the effects of cheese powder on the performance of laying quails. However, Bilgili and Moran (1990) reported that the addition of dried whey to the diet did not affect the performance parameters. Although not related to cheese or its by-products, Karademir et al. (2012) reported that adding 0, 5, 7.5, and 10 mL/L kefir to the drinking water of laying hens did not affect performance parameters. Gülşen et al. (2002)

reported that 3.85% whey powder increased feed intake, body weight, and feed efficiency in broilers. The lack of a clear understanding of the effects of cheese powder on performance in the current study may be due to the level of cheese powder, but it is considered that the animal material is a more important factor. Therefore, studies on growing quails or aged laying quails or quails under stress factors may be effective in better explaining the effects of cheese powder.

Table 3. The effect of different levels of cheese powder on laying quail egg quality

Parameters	Cheese powder levels, g/kg					SEM*	*P*-value
	0	2.5	5	7.5	10		
Eggshell breaking strength, N	11.52^{c}	15.11^{a}	12.63^{bc}	12.06^{c}	13.75^{ab}	0.978	<0.001
Eggshell thickness, µm	217.2^{b}	223.9^{ab}	226.2^{a}	221.6^{ab}	225.5^{a}	0.004	0.005
Eggshell rate, %	7.95	8.48	8.29	8.04	8.47	0.404	0.104
Yolk index	50.67	49.47	48.93	49.93	49.00	2.249	0.657
Albumen index	12.18^{a}	10.85^{ab}	11.43^{ab}	10.37^{b}	10.36^{b}	1.100	0.039
Haugh unit	93.42^{a}	90.69^{ab}	91.24^{ab}	89.18^{b}	88.68^{b}	1.802	0.001

$^{a, b, c}$:Within a row, values not sharing a common superscript are statistically different; $p \leq 0.05$.
*Standard error means.

The effects of the cheese powder addition to the diets on egg quality were given in Table 3. Egg quality parameters such as eggshell breaking strength, eggshell thickness, albumen index, and Haugh unit were significantly affected by dietary cheese powder levels ($p < 0.05$), but the effects of treatments for eggshell ratio and yolk index were statistically insignificant ($p > 0.05$). Eggshell breaking strength increased considerably with cheese powder at 2.5 and 10 g/kg compared to the control group (0 g/kg). Eggshell thickness improved significantly at 5 and 10 g/kg compared to the control group without cheese powder. Similar results were found for albumen index and Haugh unit, and both parameters decreased significantly at 7.5 and 10 g/kg compared to the control group. No studies have been found examining the effects of cheese powder on egg quality criteria. However, it was reported that water added kefir at 5 and 10 mL/L increased eggshell thickness, reaching a similar level to the control at 7.5 mL/L (Karademir et al., 2012). Researchers reported that the yolk index and Haugh unit decreased at 10 mL/L compared to the control. There is no study in the literature comparing the effects of cheese powder on egg quality. However, Haugh unit, an internal quality criterion that provides information about the structure and shape of albumen, and it decreased at high levels in the current study suggests that cheese powder should not be used at high levels for internal quality.

CONCLUSIONS

The present experiment was conducted to determine the effects of cheese powder at different levels on laying quail performance and egg quality. Results indicated that cheese powder levels of 2.5, 5, and 10 g/kg provided positive results in terms of eggshell quality in laying quails but higher levels (10 g/kg) negatively affected internal quality parameters. Therefore, further studies are needed to evaluate the effects of cheese powder in laying quail diets on performance but that levels of 2.5 and 5 g/kg are appropriate for egg quality.

REFERENCES

Bilgili, S. F., & Moran Jr, E. T. (1990). Influence of whey and probiotic-supplemented withdrawal feed on the retention of Salmonella intubated into market age broilers. Poultry Science, 69(10), 1670-1674.

Cheeke, P. R. (2005). Applied animal nutrition: feeds and feeding. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Gülşen, N., Coşkun, B., Umucalilar, H. D., Inal, F., & Boydak, M. (2002). Effect of lactose and dried whey supplementation on growth performance and histology of the immune system in broilers. Archives of Animal Nutrition, 56(2), 131-139.

Ipçak, H. H. (2023). The role of phytogenic feed additives in modulating poultry nutritional physiology and genomics. Animal Nutrition - Annual Volume 2024. IntechOpen.

Karademir, G., Yörük, M. A., Tunç, M., & Çelebi, D. (2012). Yumurtacı tavuklarda kefirin performans ve yumurta kalitesine etkisi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 7(3), 177-184.

Kermanshahi, H. A. R. H., & Rostami, H. (2006). Influence of supplemental dried whey on broiler performance and cecal flora. International Journal of Poultry Science, 5(6), 538-543.

Korkmaz, A., & Coşkun, İ. (2025). The Effects of the Diet Fermented with Yoghurt on Growth, Ileum Histomorphology and Fecal Microbiota of Quails. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(1), 39-45.

Minitab. 2000. Minitab Reference Manual (Release 13.0). PA, USA: Minitab Inc. State Coll.

NRC. (1994). National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry, 9th ed.; National Academy Press: Washington, DC, USA.

Perler, B. K., Friedman, E. S., & Wu, G. D. (2023). The role of the gut microbiota in the relationship between diet and human health. Annual review of physiology, 85(1), 449-468.

Sultan, A., Durrani, F. R., Suhail, S. M., Ismail, M., Durrani, Z., & Chand, N. (2006). Comparative effect of yogurt as probiotic on the performance of broiler chicks. Pak. J. Biol. Sci, 9(1), 88-92.

Yenice, G., Özlü, H., Urçar, S., Atasever, M., & Atasever, M. A. (2016). Kefirin broiler etinin bazı mikrobiyolojiik ve fizikokimyasal özelliklerine etkisi. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 13(3), 195-200.

Yüksel, M., Yüksel, A. K., & Ürüşan, H. (2019). Peynir altı suyunun çeşitli özellikleri ve kullanım olanakları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 22(3), 114-125.

ÇİFT ÇIKIŞLI SIFIR GERİLİMDE ANAHTARLAMALI TAM KÖPRÜ DC-DC DÖNÜŞTÜRÜCÜNÜN ANALİZİ

ANALYSIS OF DUAL OUTPUT ZERO VOLTAGE SWITCHING FULL BRIDGE DC-DC CONVERTER

Eyüp Can MAVİ,

Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik&Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü

Istanbul, Türkye

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-2064-6534

Erdem AKBOY

Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik&Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü

Istanbul, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1030-9816

ÖZET

Teknolojinin her geçen gün gelişmesi ve bu gelişmelerin güç elektroniği devrelerinde kullanılan elemanlara yansımasından dolayı yüksek güç yoğunluğu ve yüksek verimlilik, güç elektroniği uygulamalarında istenilen bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Modern tasarımlara sahip güç devrelerinde, yüksek güç yoğunluğunun elde edilmesi ile, tasarlanan devrelerin boyutlarında gözle görülür biçimde azalma görülmektedir. Yüksek güç yoğunluğu ile devre üzerinde bulunan birçok aktif veya pasif elemanın değerinde azalma görülmektedir. Bu sayede devre eleman boyutlarından kazanç elde edilebilmektedir.

Klasik DC-DC dönüştürücüler üzerinde yüksek güç yoğunluğu yüksek frekans ile elde edilmektedir. Yüksek frekansa sahip anahtar sinyallerinin elde edilmesinde, frekans modülasyonu, darbe genişlik modülasyonu (DGM) gibi teknikler sıklıkla kullanılmaktadır. Frekans modülasyonu tekniğinin kontrol zorluğu, değişken frekans ve buna bağlı komponent parametreleri gibi dezavantajları bulunurken, DGM tekniğinde ise düşük anahtarlama frekansı, yüksek anahtarlama kaybı gibi dezavantajlar bulunmaktadır. DGM tekniğinde uygulama kolaylığı ise en büyük avantajlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yüksek güç yoğunluğunun elde edilebilmesi amacıyla, DC-DC dönüştürücüler üzerinde kullanılan anahtarlama elemanları üzerinde gerçekleşen kayıpların azaltılması gerekmektedir. Kayıpların azaltılması amacıyla faz kaydırma tekniği sıklıkla kullanılmaktadır. Klasik DGM sahip dönüştürücün, üretilen sinyallerinin fazlarının kaydırılmasıyla, faz kaydırma tekniği gerçekleştirilmiş olur. Tam köprü DC-DC dönüştürücüye uygulanan faz kaydırma tekniği sayesinde, tam köprü anahtarlarının yumuşak olarak iletime girmesi sağlanmaktadır.

Yapılan bu çalışmada, çift çıkışlı faz kaydırmalı tam köprü DC-DC dönüştürücünün çalışması açıklanacak olup, simülasyon çalışmaları gerçekleştirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Sıfır Gerilimde Anahtarlama, Tam Köprü DC-DC Dönüştürücü, Yumuşak Anahtarlama

ABSTRACT

Due to the advancements in technology day by day and the impact of these advancements on the components used in power electronics circuits, high power density and high efficiency are becoming increasingly desirable features in power electronics applications. In modern power circuits, achieving high power density significantly reduces the size of the designed circuits. High power density results in a reduction in the value of many active and passive components within the circuit. This allows for savings in circuit component size.

High power density is achieved with high frequency in conventional DC-DC converters. Techniques such as frequency modulation and pulse width modulation (PWM) are frequently used to generate high-frequency switching signals. While frequency modulation techniques have disadvantages such as difficulty in control, variable frequency and related component parameters, the PWM technique has disadvantages such as low switching frequency and high switching losses. The ease of application of the PWM technique is one of its greatest advantages.

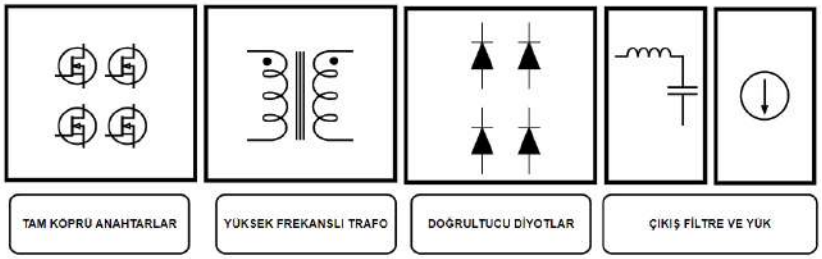
To achieve high power density, losses on the switching elements used in DC-DC converters must be reduced. Phase shifting is frequently used to reduce losses. Phase shifting is achieved by shifting the phases of the signals generated by a conventional DC-DC converter. The phase shifting technique applied to the full-bridge DC-DC converter ensures smooth turn-on of the full-bridge switches. In this study, the operation of the dual output phase shifting full bridge DC-DC converter will be explained and simulation studies will be examined.

Key Words: Zero Voltage Switching, Full Bridge DC-DC Converter, Soft Switching

GİRİŞ

Faz kaydırmalı tam köprü DC-DC dönüştürücü, girişinde tam köprü, sonrasında yüksek frekanslı bir transformatör, AC-DC bölümü ve filtre bölümünden oluşmaktadır. Yüksek güçlü uygulamalarda oldukça tercih edilen bir topolojidir. [1] üzerinde faz kaydırmalı DC-DC dönüştürücünün interleaved yapısı incelenmiştir. İncelenen bu devre üzerinde, harici kondansatör ve endüktans elemanları ile, anahtarın hem açılma hem de kapanma anlarında ZVS koşulu sağlanmıştır. Dönüştürücünün kompakt olarak çalışması sağlanmış ve verim arttırılmıştır. Avantajlarına karşı olarak ek eleman gerektirmesi, kontrol karmaşıklığı gibi dezavantajları öne çıkmaktadır. [2] üzerinde incelenen makalede ise, ana anahtarların tamamının sıfır gerilimde anahtarlama (ZVS) ile çalışması sağlanmıştır. Bu makalede ana anahtarlara ek olarak yardımcı anahtarlar kullanılmıştır. Yardımcı anahtarların kullanılması ile ana anahtarlara ek olarak 2 adet anahtar ve 2 adet sürme sinyali gerekmektedir. Yardımcı anahtarlar ZVS olarak iletime alınmaktadır. Öne sürülen bu çalışmanın en büyük dezavantajı devre üzerinde bulunan harici 2 adet anahtarlama elemanı ve doyumlu endüktans tasarımıdır. [3] üzerinde ise hem PFC hem PSFB devresi üzerinde bulunan anahtarların ZVS ile iletime girmesi hedeflenmiştir. Yapılan bu çalışmada, diğer yumuşak anahtarlamalı çalışmalara benzer olarak, yardımcı anahtar, rezonans endüktansı ve rezonans kondansatörü kullanılmıştır. Bu çalışmada içerisinde bulunan anahtarların tamamının ZVS ile iletime girmesi sağlanmaktadır. Buna karşılık olarak, kontrol hassasiyeti çok yüksektir. Ayrıca yardımcı anahtarların doğru zamanda iletime alınmaması durumunda elemanlar üzerindeki stres seviyeleri artmaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışmada, çift çıkışlı geleneksel tip faz kaydırmalı DC-DC dönüştürücü analizi ve simülasyonu ele alınmıştır.

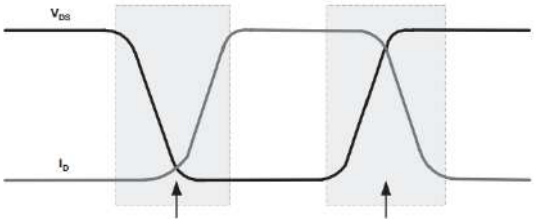
Şekil 1 üzerinde faz kaydırmalı tam köprü DC-DC dönüştürücüye ait blok şeması gösterilmiştir.



Şekil 1. Faz Kaydırmalı Tam Köprü DC-DC Dönüştürücü Temel Blok Diyagramı

SIFIR GERİLİMDE GEÇİŞ TEKNİĞİ

Şekil 2 üzerinde sıfır gerilimde geçiş tekniği gösterilmiştir. Bu teknikte, anahtarlar üzerindeki gerilim, anahtarlama gerçekleştirilmeden önce sıfıra indirilerek, anahtar iletime alınmış olur. Bu sayede akım ve gerilim üst üste gelme oranları azaltılarak, anahtarlama kaybı minimize veya sıfırlanmış olur [4].

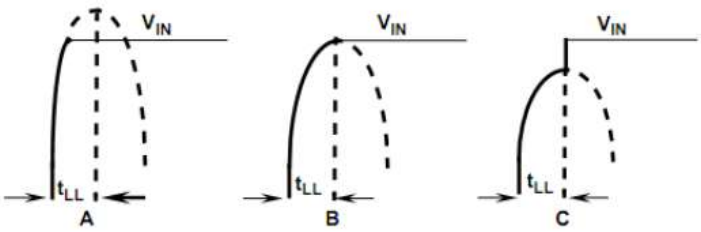


Şekil 2. Sert Anahtarlama Akım, Gerilim ve Güç Kaybı Dalga Şekilleri [5]

Faz kaydırmalı tam köprü DC-DC dönüştürücüde, ZVS'nin gerçekleşmesi kaçak endüktansta depolanan enerjiye bağlıdır. Kaçak endüktansta depolanan enerjinin değeri, parazitik kondansatörde depolanan enerjiden büyükse, anahtarlara ait kondansatörler tamamen deşarj edilir ve anahtarlar ZVS ile iletime almaya hazırdır. Eğer bu enerji küçük ise, rezonans ile kondansatörler tamamen deşarj edilemez ve anahtarlar kısmi ZVS yapmış olur. Denklem 1 üzerinde kaçak endüktansta depolanan enerjinin, parazitik kondansatörlerde depolanan enerjiye bağlı ifadesi gösterilmiştir [6].

$$\frac{1}{2}L_{shim}{I_{tepe}}^2 \geq \frac{1}{2}C_{MOSF}{V_{DC}}^2 \tag{1}$$

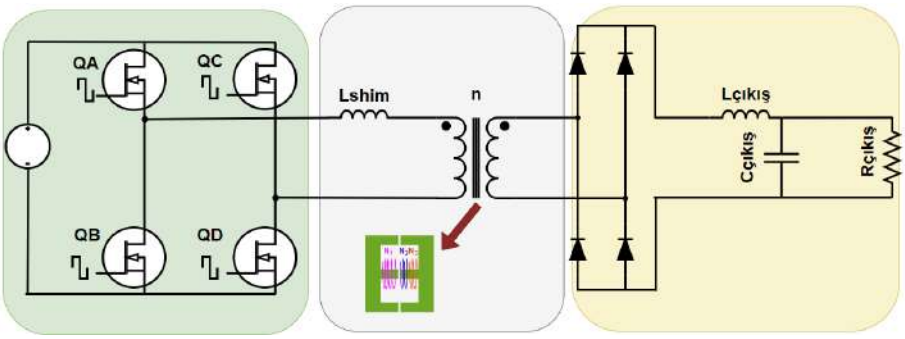
Şekil 3 üzerinde kaçak endüktansta depolanan enerjiye ait, küçük, eşit veya büyük olma durumuna ait, anahtarlara ait parazitik kondansatörlerin gerilimi gösterilmiştir.



Şekil 3. Ölü Zaman Süresine Bağlı Olarak Kondansatör Gerilim Dalga Şekli [7]

FAZ KAYDIRMALI TAM KÖPRÜ DC-DC DÖNÜŞTÜRÜCÜNÜN ÇALIŞMASI

Dönüştürücünün girişine bağlanan gerilim kaynağı, tam köprü anahtarlar yardımı ile yüksek frekanslı kare dalga sinyale dönüştürülür. Anahtarlar arasında faz farkı bulunduğu gibi, QA ve QB anahtarları arasında kısa devre olmaması amacı ile ölü zaman bırakılır. Yüksek frekansa sahip kare dalga sinyal, yüksek frekanslı transformatör ile istenilen seviyeye indirgenir. Sekondere indirgenen bu gerilim, sekonderde bulunan tam köprü doğrultucu yardımı ile, doğrultulup, çıkış katında bulunan endüktans ve kondansatör elemanı ile DC gerilim elde edilir. Buradaki kondansatör miktarı gerili dalgalanmasını belirlerken, akım dalgalanmasını ise çıkışta bulunan endüktans elemanı belirler. Topolojiye ait devre şeması Şekil 4 üzerinde gösterilmiştir.

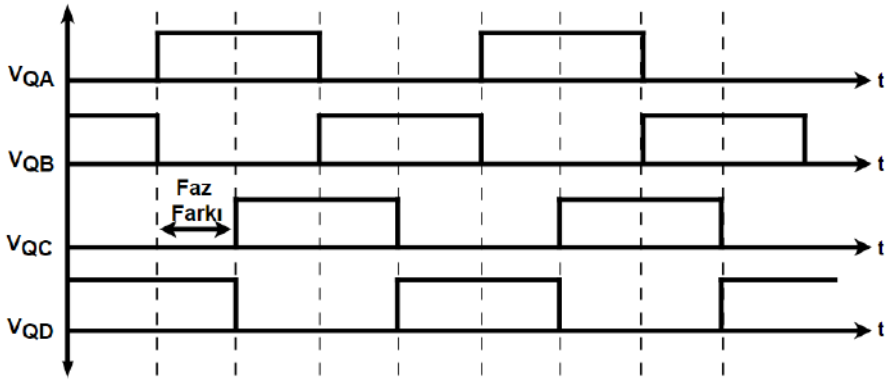


Şekil 4. Faz Kaydırmalı Tam Köprü DC-DC Devre Devre Şeması

QA ve QC anahtarları arasında faz farkı bulunur ve bu faz farkı sayesinde çıkış gerilimi belirlenir. Çıkış gerilimine ait ifade Denklem 1 üzerinde gösterilmiştir [8].

$$V_{Ç} = \frac{V_{GİRİŞ} D}{N} \tag{2}$$

Denklem 1 üzerinde bulunan doluluk oranına bağlı olarak, anahtarlar arasında bulunan faz açısı arttırılır veya azaltılır. Bu sayede istenilen çıkış gerilimi elde edilmiş olur. Dönüştürücü üzerinde bulunan harici endüktans sayesinde ise, devre üzerinde bulunan tüm anahtarlar ZVS ile iletime girmesi sağlanmış olur. Bu dönüştürücü üzerinde kullanılan anahtarlara ait sürme sinyalleri Şekil 5 üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 5. Faz Kaydırmalı Tam Köprü DC-DC Dönüştürücü Anahtar Sinyalleri

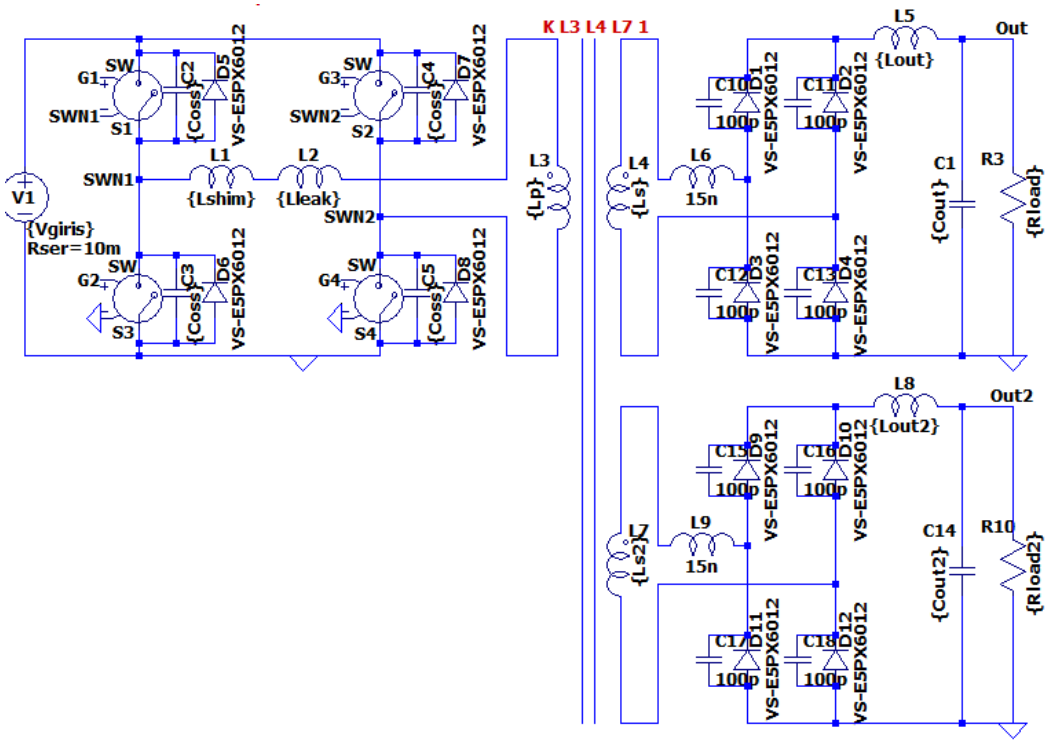
TASARIM PARAMETRELERİ VE SİMÜLASYON SONUÇLARI

Simülasyon çalışmaları yürütülen faz kaydırma tekniğine sahip tam köprü DC-DC dönüştürücüye ait parametreler Tablo 1 üzerinde gösterilmiştir. Tablo içerisinde dönüştürücüye ait minimum giriş gerilimi, maksimum giriş gerilimi, anahtarlama frekansı, endüktans akım dalgalanması gibi parametreler verilmiştir.

Tablo 1. Faz Kaydırmalı Tam Köprü DC-DC Dönüştürücü Tasarım Parametreleri

Parametreler	Değerler
Minimum Giriş Gerilimi	230 VDC
Nominal Giriş Gerilimi	270 VDC
Maksimum Giriş Gerilimi	280 VDC
Çıkış Gerilimi1	28 VDC
Çıkış Gücü 1	1000 W
Çıkış Gerilimi 2	48 VDC
Çıkış Gücü 2	500 W
Anahtarlama Frekansı	100 kHz
Çıkış Gerilim Dalgalanması	%2

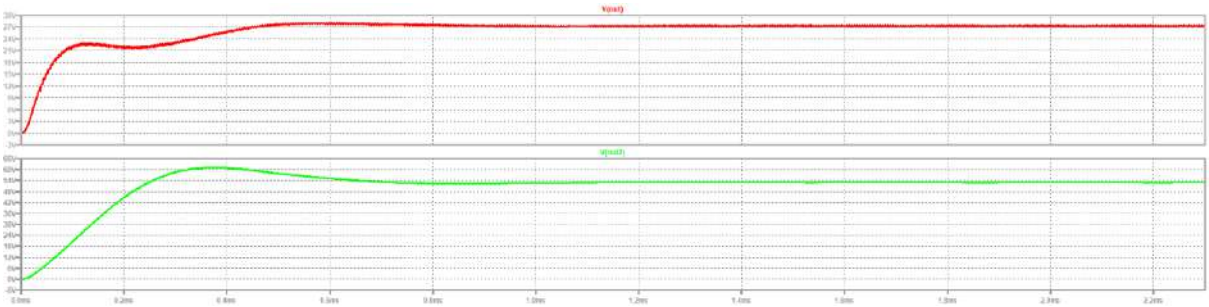
Şekil 6 üzerinde LTspice simülasyon programı üzerinde hazırlanan simülasyona ait devre şeması görseli gösterilmiştir.



Şekil 6. Faz Kaydırmalı Tam Köprü Dönüştürücü Ltspice Simülasyon Görseli

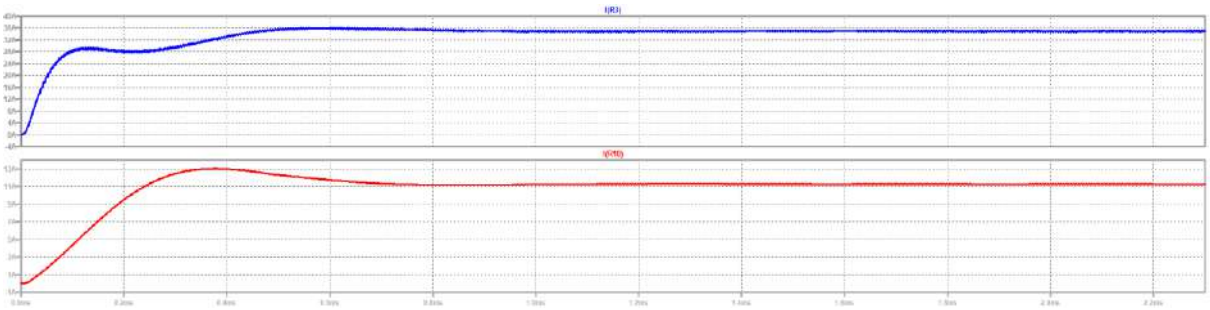
Simülasyon üzerinde görüldüğü üzere, girişte bulunan 4 adet anahtar sinyallerinin aralarında çıkış gerilimi ve akıma uygun olacak şekilde faz farkı bulunmaktadır. Simülasyon içerisinde, devre üzerinde bulunan komponentlere ait parazitik bileşenler eklenerek, devrenin ideal davranışının gözlemlenmesi planlanmıştır. Simülasyon üzerinde transformatör elemanına ait kuplaj oranı 1 ayarlanmıştır. Kaçak ve harici endüktans simülasyon içerisinde harici olarak modellenmiştir. Çıkış katında bulunan diyot elemanlarına ait kaçak kondansatörler eklenerek, faz kaydırmalı DC-DC dönüştürücünün karakteristik özelliği olan, sekonder kaçak endüktansı ile sekonder parazitik kondansatörü arasında gerçekleşen salınımın incelenmesi amaçlanmıştır. Simülasyonun kolayca değiştirilebilir olması amacıyla, simülasyon içerisindeki tüm komponentlere parametre değeri atanmıştır.

Çıkış gerilimine ait simülasyon görseli, Şekil 7 üzerinde gösterilmiştir. Şekilde görüleceği üzere, çıkış geriliminde herhangi bir aşırı yükselme durumu yoktur.



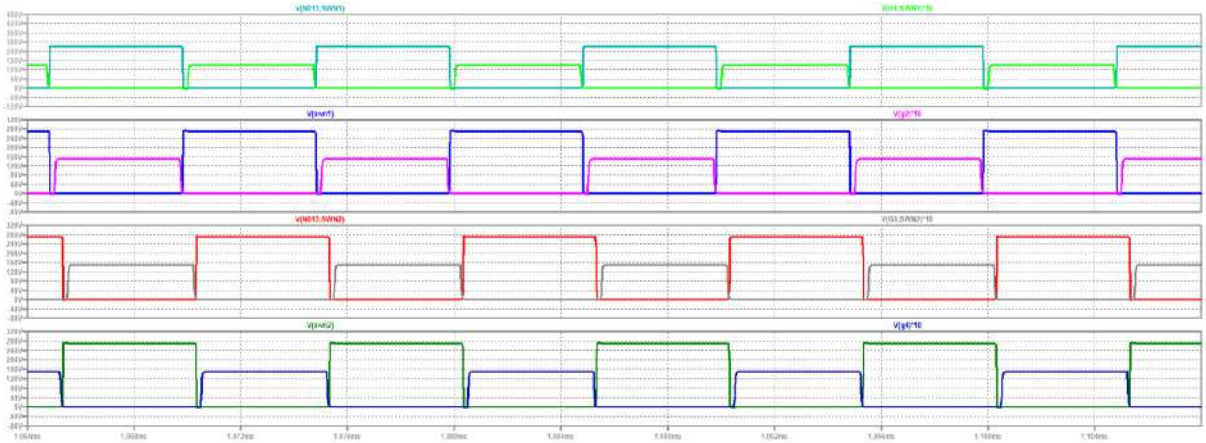
Şekil 7. 28VDC ve 48VDC Çıkış Gerilimi Simülasyon Görseli

28VDC ve 48VDC çıkış gerilimlerine ait akım dalga şekilleri Şekil 8 üzerinde gösterilmiştir.



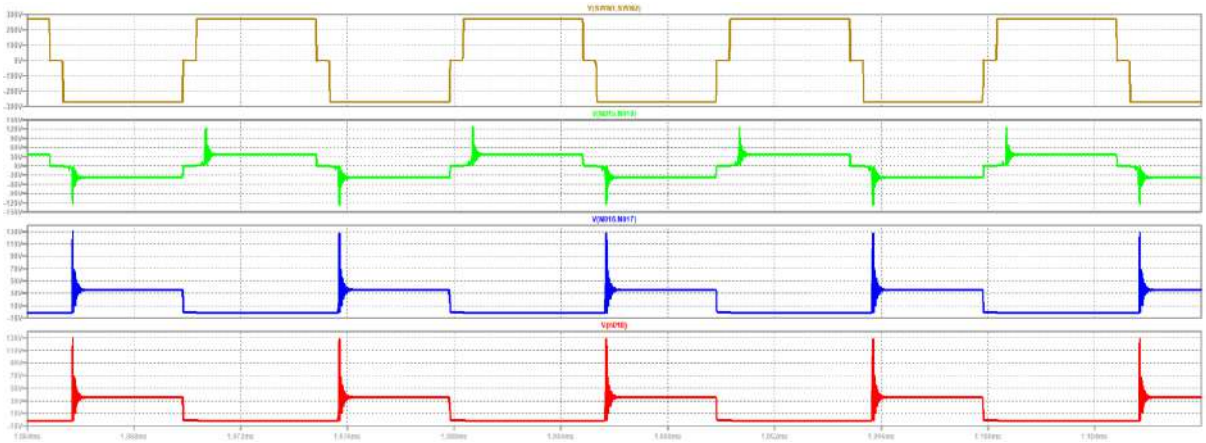
Şekil 8. 28VDC ve 48VDC Çıkış Akımı Simülasyon Görseli

Devre üzerinde kullanılan anahtarların drain-source gerilimleri ve gate source gerilimlerine ait simülasyon görseli Şekil 9 üzerinde gösterilmiştir. Şekil üzerinde görüleceği üzere, maksimum yükte, tüm anahtarlar ZVS ile iletime girmektedir.



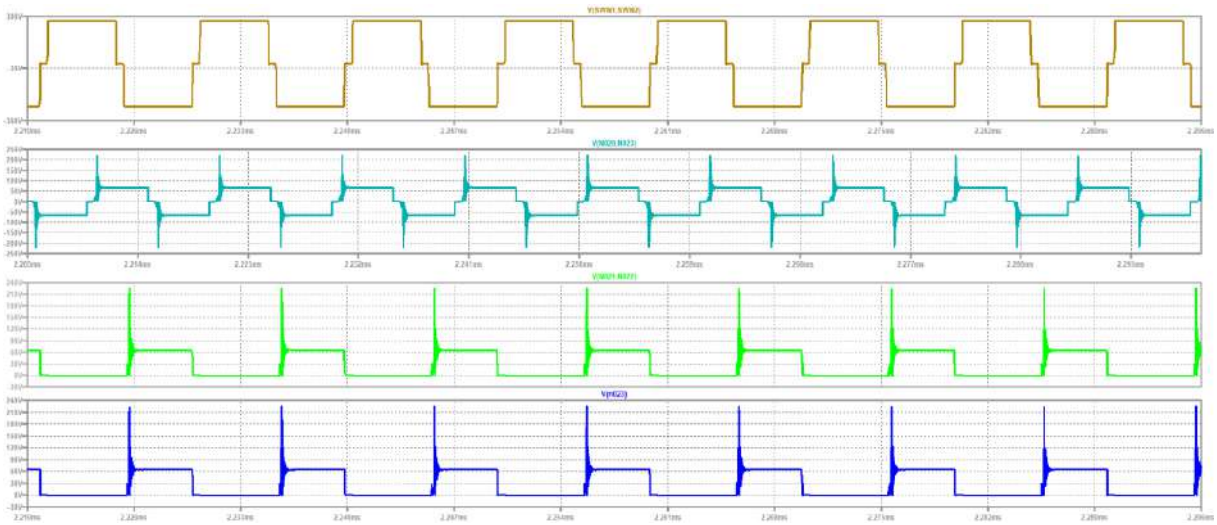
Şekil 9. QA, QB, QC ve QD Anahtarlarına Ait Drain-Source ve Gate-Source Gerilimleri

Şekil 10 üzerinde görüleceği üzere, yüksek frekanslı transformatör elemanının sekonder geriliminde salınım görülmektedir. Bu salınım sekonder kaçak endüktansı ve sekonder diyot parazitik diyotu arasında gerçekleştiğinden dolayı, salınım frekansı oldukça yüksektir. [9]



Şekil 10. 28VDC Sekonder Gerilimi, Sekonder D1 ve D4 Gerilim Simülasyon Görseli

Şekil 11 üzerinde 48VDC çıkışta alınan simülasyon sonucu gösterilmiştir.



Şekil 11. 48VDC Sekonder Gerilimi, Sekonder D9 ve D12 Gerilim Simülasyon Görseli

SONUÇ

Gerçekleştirilen bu çalışmada, çift çıkışlı tam köprü DC-DC dönüştürücü incelenmiştir. Çift çıkışlı, faz kaydırmalı DC-DC dönüştürücüye ait simülasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan simülasyon çalışmaları sonrasında, birden fazla çıkışa sahip DC-DC dönüştürücülerin ek dönüştürücü maliyetini ortadan kaldırması gibi avantajları bulunurken, yük cevabındaki yavaşlık, kontrol sisteminin tasarımındaki zorluk, düşük çıkış regülasyonlarının zor elde edilmesi ve çıkış yüklerine bağlı olması gibi önemli dezavantajları olduğu görülmüştür. Çift çıkışlı dönüştürücü ile, genellikle tasarıma bağlı değişmekle beraber, ek komponentler dolayısı ile güç yoğunluğunda genellikle azalma görülmektedir. Çift çıkışlı ve tek çıkışlı faz kaydırmalı DC-DC dönüştürücüye ait karşılaştırma tablosu Tablo 2 üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 2. Tek Çıkışlı ve Çift Çıkışlı Faz Kaydırmalı Tam Köprü DC-DC Kıyaslanması

Parametreler	Tek Çıkışlı	Çift Çıkışlı
Transformatör Tasarımı	Kolay	Zor
Yük Cevabı	Hızlı	Orta
Çıkış Regülasyonu	Yüksek	Orta
Güç Yoğunluğu	Yüksek	Orta
Verimlilik	Yüksek	Orta
İzolasyon	Var	Var
Kontrol Tasarımı	Kolay	Zor
ZVS Aralığı	Geniş	Dar

Sonuç olarak, çok çıkışlı faz kaydırmalı tam köprü DC-DC dönüştürücü, birden fazla dönüştürücü gerektiren uygulamalarda alan açısından avantaj sağlamakla beraber, tasarım aşaması daha zor ve tek çıkışlı topolojiye kıyasla daha dikkatli bir tasarım süreci gerektirmektedir.

REFERANSLAR

[1] Shaogui Fan, Li Sun, and Jiandong Duan, *ITEC Asia-Pacific 2018 : 2018 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo Asia-Pacific (ITEC Asia-Pacific) : e-mobility: Journey from Now and Beyond : 6-9 June 2018 at BITEC, Bangkok, Thailand*. IEEE, 2018.

[2] D.-Y. Lee, B.-K. Lee, S. Member, S.-B. Yoo, D.-S. Hyun, and S. Member, "Zero-Current Switching of the Auxiliary Switches."

[3] Ruizhe Wang, Changsheng Hu, Xiaoyu Jia, and Dehong Xu, *A Novel Zero-Voltage-Switching On-Board EV Charger, 2019 IEEE 4th International Future Energy Electronics Conference (IFEEC) : 24 -28 November 2019, Parkroyal on Beach Road Singapore, Singapore*. IEEE, 2019.

[4] Bodur Hacı, "DC-DC Dönüştürücülerde Yumuşak Anahtarlama Teknikleri", Ders Notu.

[5] P. Zuk and S. Havanur, "MOSFETs Zero-Voltage Switching Full-Bridge Converter: Operation, FOM, and Guidelines for MOSFET Selection," 2014. [Online]. Available: www.vishay.com

[6] Sabate J.A, Vlatkovic V., Ridley R.B., Lee F.C., and Cho B.H., "Design Considerations For High Voltage High Power Full Bridge Zero Voltage Switched PWMConverter," 1990.

[7] Alper Göynüşen, "Sıfır Gerilim Geçişli Faz Kaydırmali Tam Köprü," *Yüksek Lisans Tezi*, 2011, Yıldız Teknik Üniversitesi.

[8] Texas Instruments, "UCC2895x Phase-Shifted Full-Bridge Controller for Wide-Input Voltage Range Applications," 2024. [Online]. Available: www.ti.com

[9] F. Sun, J. Chen, X. Lin, and D. Liao, "Analysis and Suppression of Rectifier Diode Voltage Oscillation Mechanism in IPOS High-Power PSFB Converters," *Electronics (Switzerland)*, vol. 12, no. 13, Jul. 2023, doi: 10.3390/electronics12132871.

MEMLÜKLER DÖNEMİ HADİS USULÜ ÇALIŞMALARINA GENEL BİR BAKIŞ

Doç. Dr. Fatih ÇİMEN

Manisa Celâl Bayar Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Hadis ABD Öğretim Üyesi

Özet

Memlüklerin hüküm sürdüğü milâdi 13-15. asırlar arası İslamî ilimlerin her alanında olduğu gibi hadis ilmi açısından da çok verimli bir zaman dilimi olmuştur. Bu dönemde hadis ilminin gelişiminde birçok etken söz konusudur. Moğol saldırıları nedeniyle İslâm coğrafyası içerisinde en güvenli bölge olması ve bu nedenle âlimler için toplanma merkezi teşkil etmesi yanında memlük sulatanlarının ilme ve âlime olan saygı ve destekleri bu etkenler arasında sayılabilir. Hadis ilminin Memlükler dönemindeki gelişiminde bir diğer önemli etken de aralarında Zeynüddin el-Irâkî (ö. 806/1404), Bedreddin ez-Zerkeşî (ö. 794/1392), İbn Hacer el-Askalânî (ö. 852/1449), Sehâvî (ö. 902/1497) ve Süyûtî (ö. 911/1505) gibi hadis alanında otorite olarak kabul edilen isimlerin telif ettikleri ve hadis ilmine dair tartışmaları ile kendi görüşlerini açıkladıkları hadis usûlü eserleridir. Bugün hadis usulü eserlerinde açıklanmakta olan konular, hep bu dönemin geride isimleri zikredilen ve alanında uzman isimler arasında meydana gelen tartışmaların ardından son halini almıştır. İşte bu tebliğde Memlükler döneminde telif edilen önemli hadis usulü eserleri genel özellikleri açısından ele alınacak ve dönemin hadis ilmi açısından analizi yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hadis, Hadis Usulü, Literatür, Memlük, İbnü's-Salâh

A GENERAL OVERVIEW OF HADITH METHODOLOGY STUDIES DURING THE MAMLUK PERIOD

Abstract

The period of Mamluk rule (13th–15th centuries CE) was a highly fertile era for Islamic sciences, particularly the science of Hadith. Several factors contributed to the development of Hadith studies during this time. These include the Mamluk territories' status as the most secure region within the Islamic world due to the Mongol invasions, making them a central gathering place for scholars, alongside the respect and support Mamluk sultans offered to knowledge and scholars. Another crucial factor in the advancement of Hadith during the Mamluk period was the composition of Hadith Methodology (Usul al-Hadith) works by authoritative figures such as Zayneddin al-Irāqī (d. 806/1404), Badraddin al-Zarkashī (d. 794/1392), Ibn Hajar al-Asqalānī (d. 852/1449), Sakhāwī (d. 902/1497), and Suyūṭī (d. 911/1505). These seminal works documented scholarly discussions and presented their authors' views on the principles of Hadith. The topics currently explained in contemporary Usul al-Hadith treatises were finalized following the debates that took place among these specialized scholars of the Mamluk era. Consequently, this paper will examine the key Hadith Methodology works composed during the Mamluk period in terms of their general characteristics and provide an analysis of the period's contribution to Hadith science.

Keywords: Hadith, Hadith Methodology, Literature, Mamluk, Ibn al-Salah

GİRİŞ

Memlük devleti, askerî alanda kazandığı önemli zaferlerin yanında ilim ve kültür alanında sağladıkları destekler sayesinde İslâm medeniyetinin entelektüel açıdan parlak bir dönemi olmuştur. Bu dönem genelde İslâmi ilimler özelde de hadis ilmi açısından oldukça velûd bir zaman dilimi olmuştur. Irâkî, Zehebî, Mizzî ve İbn Hacer gibi hadis ilminin otorite isimler hep bu dönemin yetiştirdiği isimlerdir. Bu dönemde başta hadis usulü olmak üzere hadis ilminin birçok alanında çok kıymetli eserler kaleme alınmıştır. Memlükler döneminin bir diğer önemli özelliği İbnü's-Salâh'ın Mukaddime'si etrafında yürütülen tartışmalardır. Dönemin önde gelen âlimleri İbnü's-Sal'h'ın mezkûr eserine şerh, ihtisar ve nüket türü eserler yazmak suretiyle fikirlerini ortaya koymuşlardır.

Memlükler dönemi hadis usulü çalışmalarına geçmeden önce Memlükler döneminde hadis tartışmalarının etrafında şekillendiği İbnü's-Salâh'ın eserine kısaca tema etmek yerinde olacaktır. Memlükler'in kuruluşundan altı yıl önce vefat eden İbnü's-Salâh eş-Şehrezûrî'nin (ö. 643/1245) hadis usulüne dair kaleme aldığı tam adı *Maʿrifetü envâʿi ʿilmi'l-hadîs* diğer ismiyle *Ulûmü'l-hadîs* ya da *Mukaddime*'si kendisinden sonra telif edilen tüm hadis usulü eserlerine kaynaklık etmiştir. İbnü's-Salâh, bu önemli eserini Eşrefiyye Dârülhâdîs'inde hocalığa başladığı 630/1233 yılından itibaren yazmaya başlamış, yazdığı kısımları öğrencilerine imlâ ettirmek suretiyle 634/1237'de tamamlamıştır.[1] Hadis usulünün mütekaddimûn eserleri arasında gösterilen İbnü's-Salâh ise eserinde en fazla Hatîb el-Bağdâdî'ye (ö. 463/1071) atıfta bulunmuş, Hâkim en-Nîsâbûrî'nin elli iki bölüm olarak ele aldığı hadis ilimlerini altmış beşe çıkarmıştır.[2] *Mukaddimetü İbni's-Salâh* hadis ilminin dönem noktası olarak kabul edilmiştir.[3] Zira o, eserinde hadis ilimlerini ilk kez sistematik olarak ele almıştır. Bu sayede hadis tenkidi daha ilmî, sistematik ve uygulanabilir bir yapıya kavuşmuştur. Bu nedenle üzerine şerhler, ihtisarlar, nüketler ve ta'likler yazılmak suretiyle bir literatür meydana gelmiştir. [4] Memlükler döneminde telif edilen hadis usulü çalışmalarının neredeyse tamamı Mukaddime esas alınarak yazılmıştır. Bu durum Memlükler döneminin hadis ilmi açısından durağan bir dönem olduğu şeklinde iddiaları da beraberinde getirmiştir.[5] İşte bu tebliğ söz konusu iddianın gerçekliğini veya geçersizliğini ortaya koymak adına dönem içinde yazılan hadis usulü eserlerinin genel ve karakteristik özelliklerini ortaya koyarak dönemin hadis ilmi açısından gerçek durumunu tespit etmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda aşağıda Memlükler döneminde kaleme alınmış önemli hadis usulü eserlerinin genel ve karakteristik özellikleri üzerinde durulacak ve son olarak da bu verilerden hareketle dönemin hadis ilmi açısından durumuna dair tespitler yapılmaya çalışılacaktır.

1. MEMLÜKLER DÖNEMİ

Eyyûbîler sonrasında Osmanlı İmparatorluğu'nun yükselişine dek İslam dünyasının siyasi liderliğini üstlenen Memlük Devleti (Mısır, Suriye ve Hicaz), yaklaşık iki buçuk asırlık hükümranlığı boyunca (648-923/1250-1517), Moğol ve Haçlı saldırılarına karşı koyarak bölgeyi en güvenli merkez haline getirmiştir. Bu güvenlik ortamı, Moğol istilasından kaçan Doğu İslam, Endülüs ve Kuzey Afrika âlimlerinin Kahire ve Dımaşk gibi merkezlere büyük bir

---

[1] M. Yaşar Kandemir, "Mukaddimetü İbni's-Salâh", *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi*, (İstanbul: TDV Yayınları, 2000), 31/121-122.
[2] Takıyyüddin İbnü's-Salâh, *Mukaddimetu İbni's-Salâh*, thk. Nureddin Itr (Dımaşk: Dârü'l-fikr, 1986), 7-11.
[3] M. Yaşar Kandemir, "Mukaddimetü İbni's-Salâh", 31/121-122.
[4] Mehmet Emin Özafşar, "Hadis İlminde Alan Evrilmesi" *İslâmiyât* 6/4 (2003), 115; Ali Arslan, "Mukaddimetu İbni's-Salah İsimli Eser Üzerine Yapılan Çalışmalar", *İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi,* 6/5 (2017), 2460-2474.
[5] İsmail Yiğit, *Memlükler,* İstanbul: Kayıhan Yayınları, 2015, 252.

göçünü tetiklemiş; bu durum, adı geçen şehirleri dönemin en önemli ilim ve kültür merkezleri konumuna yükseltmiştir. Hükümranlığı boyunca sürekli yaşanan taht kavgalarına rağmen, Memlük sultanlarının ilme ve ulemaya gösterdiği müspet tutum sayesinde ilmî çalışmalar gelişimini sürdürmüştür. Abbâsî Hilâfetinin Kahire'ye taşınması ile Memlük başkenti siyasi ve dini öneme sahip yegâne merkez niteliğini kazanmıştır. Özellikle hadis ilimleri sahasında; şerh edebiyatı, usûl ve ricâl eserlerinin en seçkin örneklerinin verildiği, çok sayıda eğitim merkezinin kurulduğu bu dönem, siyasi istikrarsızlıklara rağmen İslamî ilimlerin, özellikle de hadisin, tarihteki en verimli dönemlerinden biri olarak addedilmektedir.[6]

2. MEMLÜKLER DÖNEMİNDE TELİF EDİLEN HADİS USÛLÜ ESERLERİ

Memlükler döneminde hadis ilmine dair yapılan çalışmalarda bu dönemde yazılan hadis usulü eserlerinin seksen beş olduğu ifade edilmektedir.[7] Söz konusu eserlerin tamamını tespit edip listelemek bu tebliğin amacı değildir. Bu rakam esas alındığında Memlükler döneminde yazılan hadis usulü eserlerine bakıldığında neredeyse yarısı İbnü's-Salâh'ın *Mukaddime*'si üzerine telif edilen ihtisâr, manzum, şerh, ta'lîk ve nüket türü eserler olduğu görülecektir.[8] Biz burada o dönemde etki eden ve hadis usulü'nün nihâî şeklini almasında söz sahibi olmuş otorite isimlerin hadis usulü eserlerini ve özelliklerini kronolojik bir sıra takip ederek ele alacak ve bunun üzerinden dönemin hadis ilmine dair tespitler yapmaya çalışacağız.

1. Nevevî (ö. 676/1277), *et-Takrîb ve't-Teysîr*

et-Takrîb ve't-Teysîr, hadis usulü ilminin mihenk taşı kabul edilen İbnü's-Salâh'ın *Mukaddime'*sinin iki aşamalı bir özeti (ihtisarı) olarak kaleme alınmıştır. Nevevî, önce İbnü's-Salâh'ın eserini *İrşâdü tullâbi'l-hakāik* adıyla ihtisar etmiş, ardından bu *İrşâd*'ı daha da kısaltarak ve özetleyerek *et-Takrîb ve't-Teysîr* adını vermiştir. Eserin temel amacı, isminden de anlaşılacağı üzere hadis usulü konularını özlü, net ve anlaşılır bir dille sunarak talebeler için konuyu yakınlaştırmak ve kolaylaştırmaktır.[9]

Nevevî, *Mukaddime'*nin genel konu tasnifini esas almıştır. Nevevî, ana metni kısaltmasına rağmen, bazı yerlerde konuları daha iyi açıklamak için özgün eklemeler yapmış ve İbnü's-Salâh'ın bazen ihmal ettiği hususlara değinmiştir. Eser, konuları kısa ve ezberlemeye uygun cümlelerle sunduğu için medreselerde ve eğitim halkalarında hadis usulüne giriş metni olarak kabul görmüştür. Nevevî'nin ilmî otoritesi sayesinde, eser kısa sürede hadis usulü sahasında popüler hale gelmiş ve Memlükler dönemi hadisçileri arasında yaygınlaşmıştır.

Eserin büyük önemi, kendisinden sonraki dönemlerde üzerine yazılan şerhler (açıklamalar) ile daha da artmıştır. Özellikle Süyûtî'nin yazdığı *Tedrîbü'r-Râvî fî Şerhi Takrîbi'n-Nevevî* adlı eser, *et-Takrîb* metnini temel alarak hadis usulü literatürünü neredeyse tamamlayan dev bir külliyat

---

[6] Fatih Yahya Ayaz, *Memlükler*, İstanbul: İslâm Araştırmaları Merkezi Yayınları, 2015; İsimlendirme için ayrıca bk. Cengiz Tomar, *Memlük Devletinin Kuruluşu ve Gelişmesi,* (yüksek lisans tezi, 1996), Marmara Üniversitesi Türkiyât Araştırmaları Enstitüsü, 27-29; Makrîzî, Ebû Muhammed (Ebü'l-Abbâs) Takıyyüddîn Ahmed, *es-Sülûk li-marifeti düveli'l-mülûk*, thk. Abdülkadir Atâ, Beyrut: Dâru'l-Kütübi'l-İlmiyye, 1997, 2/261, 280 vd.; Ali Aktan, "Memlüklerde Saltanat Değişikliği Usûlü", *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi,* 9, (1990), 270-279; Halit Özkan, *Memlüklerin Son Asrında Hadis*, İstanbul: Klasik Yayınları, 2012.

[7] Gökçe, Ferhat, "Memlükler Dönemi Hadis Literatürü Üzerine Bazı Değerlendirmeler", *İslâm Tetkikleri Enstitüsü Dergisi*, 2021, 11/2, 439-475.

[8] Ali Arslan, "Mukaddimetü İbni's-Salâh İsimli Eser Üzerine Yapılan Çalışmalar", *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi,* 2017, 6/5, 2459-2474

[9] Nevevî, *et-Takrîb ve't-teysîr, li-marifeti sünen'l-beşîri'n-nezîr fî usûli'l-hadîs*, thk. Muhammed Osman, Beyrut: Dâru'l-Kitâbi'l-Arabî, 1405/1985, 23.

haline gelmiştir. Zekeriyyâ el-Ensârî'nin (ö. 926/1520) el-Lâlî'l-Mensûre adlı eseri de bir diğer önemli şerhtir. [10]

2. İbn Dakīkul'îd (ö. 702/1302), *el-İktırâh fî beyâni'l-ıstılâh.*

İbn Dakīkul'îd'in *el-İktirâh fî Beyâni'l-Istılâh* adlı eseri, Memlükler dönemi hadis usulü literatüründeki temel eserlerden biridir ve İbnü's-Salâh'ın metodolojisine alternatif bir yaklaşım sunar. İbn Dakīkul'îd, İbnü's-Salâh'ın türlere göre (nevî) tasnif metodundan farklı olarak, hadis usulü terimlerini tanımlarına ve kapsadıkları manalara göre ele almıştır. Eser, terimlerin doğru bir şekilde anlaşılmasına odaklanır. Eser, doğrudan İbnü's-Salâh'ın *Mukaddime*'sinin şerhi, ihtisarı veya nazmı değildir. Hadis usulü konularını bağımsız (müstakil) bir sistem içinde işler. Bu yönüyle, dönemin Mukaddime merkezli çalışmalarına farklı bir soluk getirmiştir.

İbn Dakīkul'îd, hadis usulü konularını temel olarak dört ana kısma ayırır. Bu dört kısım, hadisin sırasıyla sened (rivayet zinciri), metin, râvî (aktaran) ve kabul/red şartlarını incelemesini sağlar. Bu sistematik ayrım, literatürde ilgi çekmiştir.

Eser, hadis usulü konularını incelerken, ravi (rical) ilminin meseleleriyle usul kaideleri arasındaki ilişkiyi güçlü bir şekilde kurar ve ele alır. Adından (fî Beyâni'l-Istılâh - "Terimlerin Açıklanması Üzerine Teklif/Öneri") anlaşılacağı gibi, hadis terimlerinin doğru kullanımına ve sınırlarının belirlenmesine özel önem verir.

İbn Dakīkul'îd, Memlük döneminin ilk kuşağının önde gelen hadis âlimlerindendir. Eseri, hadis usulünde İbnü's-Salâh'ı taklit etmeyip yeni bir tasnif denemesi yapan önemli bir adım olarak kabul edilir.

Eser, İbn Hacer'in daha sistematik olan *Nuhbetü'l-Fiker*'ini yazmasına kadar, İbnü's-Salâh ekolü dışındaki en önemli hadis usulü metinlerinden biri olmuştur. Eserin önemi nedeniyle, İbnü'l-Mülakkin (ö. 804/1402) ve Burhâneddîn el-Bikā'î (ö. 885/1480) gibi âlimler tarafından üzerine şerhler yazılmıştır. Bu durum, eserin Memlük dönemindeki ilmî ağırlığını göstermektedir.[11]

3. Moğultay b. Kılıç (ö. 762/1361), *Islâhu Kitâbi İbni's-Salâh.*

Moğoltay b. Kılıç'ın bu eseri, *Mukaddime* üzerine yazılmış eleştirel bir çalışmadır. Müellif, İbnü's-Sâlâh'ın hadis usûlüne dair tespitlerini yetersiz veya hatalı bulduğu yerlerde düzeltmeler yapmış, bazı konularda açıklamalar ve ilaveler getirmiştir. Bu yönüyle eser, İbnü's-Sâlâh sonrası dönemde hadis usûlü tartışmalarında önemli bir yere sahiptir.

Eser, sahih ve hasen hadis tanımları, isnad yapısı, cerh ve ta'dîl ilkeleri, hadis sınıflandırması ve terminoloji üzerine yoğunlaşır. Moğoltay, İbnü's-Sâlâh'ın *Mukaddime'*sindeki kavramları yeniden değerlendirerek daha sistematik bir çerçeve oluşturmaya çalışmıştır. Moğoltay b. Kılıç, hadis metinleri ve önceki alimlerin görüşleri arasında mukayese yaparak eleştirel bir yaklaşım sergiler. Delil temelli değerlendirme ve kavramsal açıklamalarla usûlî meseleleri tartışır. Eserde klasik terminolojiye sadık kalınmış, ancak bazı kavramlara yeni yorumlar getirilmiştir.

Bu eser, Memlûk döneminde hadis usûlü literatürünün geliştiği bir dönemde kaleme alınmıştır. Özellikle Hanefî çevrelerin hadis alanındaki ilmî katkılarını göstermek açısından önemli bir

---

[10] Bkz. Topgül, Muhammed Enes, "Nevevî'nin Hadis Usulü Alanındaki Eserleri ve Literatüre Katkısı", *İslam İlim Geleneğinde Nevevî*, 2022, s. 419-470

[11] Bkz. Durmuş, Üzeyir, "İbn Dakîkul'îd'in el-İktirâh Adlı Eserinden Hareketle Hadis Öğretimine Dâir Bazı Öneriler", *Çukurova Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 2018, 18/1, 193-220; Yıldırım, Selahattin, *İbn Dakîki'l-Îd ve ahkâm hadislerini şerh etmedeki metodu,* İnönü Üniversitesi Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı / Hadis Bilim Dalı, (Doktora Tezi) 2016. 83-84, 92-121.

örnektir. Moğoltay'ın eleştirileri, dönemin ilmi rekabetlerini ve metodolojik tartışmalarını yansıtmaktadır.

İbrahim Tozlu'nun 'Moğultay b. Kılıç (ö. 762/1361) ve Hadis İlmindeki Yeri' (Selçuk Üniversitesi, 2011) adlı doktora tezinde, Moğoltay'ın yöntem ve ilmi katkılarına dair şu hususlar öne çıkar:

- Moğoltay, hadis ilminde hem râvî hem de şerh ve ıslah alanında öne çıkan bir isimdir.

- Eserlerinde metin tenkidi, râvî analizi ve şerh yöntemlerini bir arada kullanmıştır.

- İbnü's-Sâlâh'ın ifadelerini doğrudan aktarmak yerine, mukayese ve tashih yoluyla yeniden ele almıştır.

- Ravîlerin künye, nisbe ve lakaplarının değerlendirilmesinde özgün bir sistem kurmuştur.

- Hanefî çevrelerde hadis usûlü ve ricâl geleneğinin oluşumunda önemli bir etkiye sahiptir.[12]

4. İbn Kesîr (ö. 774/1373), *İhtisâru Ulûmi'l-hadis*

İbn Kesîr'in Şam'da yazdığı bu eseri, İbnü's-Salâh'ın *Muḳaddime*'sini özetlemek, kolaylaştırmak ve bazı konularda kendi görüşlerini ortaya koymak amacıyla yazmıştır. Dolayısıyla eser, hem bir muhtasar hem de müellifin şahsî katkılarını içeren bir açıklama niteliğindedir.

Eser, hadis ilimlerinin neredeyse tamamını kapsar ve 65 civarında bölümden oluşur. Ele alınan ana konular şunlardır:

- Hadis çeşitleri: sahih, hasen, zayıf, mürsel, mu'dal, müdelles vb.

- Rivayet yolları: müsned, muttasıl, âlî, nâzil isnad.

- Cerh ve ta'dîl: râvîlerin güvenilirlik dereceleri ve tenkit sebepleri.

- Tahammül ve edâ yolları: semâ', kıraet, icâze, münâvele, vs.

- Mevzû hadislerin tanınması ve metin tenkidi ilkeleri.

İbn Kesîr, eserde açık, sade ve öğretici bir üslup kullanmıştır. İbnü's-Salâh'ın sistemini korumakla birlikte, bazı konuları daha düzenli bir şekilde sıralamış ve kısaltmıştır. Bunun yanında kendi döneminin muhaddislerinden en-Nevavî, Irakî ve İbn Hacer'in görüşlerine de yer vermiştir. Kimi yerlerde İbnü's-Salâh'tan farklı tercihlerde bulunarak hadis usûlündeki dinamizmi sürdürmüştür.

İḫtiṣâr ʿUlûmi'l-Ḥadîs', İbnü's-Salâh'ın sistemini sonraki nesillere aktaran en önemli muhtasar eserlerden biridir. Yüzyıllar boyunca medreselerde ders kitabı olarak okutulmuş, Ahmed Muhammed Şâkir tarafından yapılan tahkikli baskı (Kahire, 1939) günümüzde de temel başvuru kaynağı kabul edilmiştir. İbn Hacer el-Askalânî'nin 'Nuhbetü'l-Fiker'i ve Süyûtî'nin 'Tedrîbü'r-Râvî'si bu eserden büyük ölçüde etkilenmiştir.[13]

5. Zerkeşî, (ö. 794/1392), *en-Nüket alâ Mukaddimeti'bni's-Salâh*.

---

[12] Tozlu, İbrahim, *Moğultay b. Kılıç (Ö. 762/1361) ve hadis ilmindeki yeri*, (Doktora tezi). Selçuk Üniversitesi Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı. 153 vd.

[13] Bkz. Paksoy, Kadir, *İbn Kesir'in hayatı, eserleri ve hadis ilmindeki yeri*, (Doktora Tezi) 1999. Harran Üniversitesi, 69; Biçer, Hatice Kübra, "İbn Kesîr'in İhtisâru Ulûmi'l-hadîs'indeki İhtisâr Yöntemi", *Türk Akademik Araştırmalar Dergisi*, 2023, 8/4, 1466-1481.

Bedreddin ez-Zerkeşî, Memlükler döneminde Kahire'de yaşamış hem Şâfiî fakihi hem de hadis âlimi olarak tanınmıştır. 'el-Burhân fî ʿUlûmi'l-Kur'ân' adlı eseriyle de bilinir. Bu eser, İbnü's-Salâh'ın *Mukaddime'*sine yazılmış şerh/ta'lîk (nüket) türü bir çalışmadır. Müellif, İbnü's-Salâh'ın metnini esas alarak onu açıklamış, tenkit etmiş ve tamamlamıştır.

Zerkeşî, bu eseri hadis usûlü konularında gelişen tartışmalara açıklık getirmek amacıyla yazmıştır. İbnü's-Salâh'ın *Mukaddime*'si sonraki asırlarda çok sayıda muhtasar, şerh ve hâşiyeye konu olmuştur. Zerkeşî, bu gelenek içinde yer alarak İbnü's-Salâh'ın görüşlerini açıklamış, eksik gördüğü noktaları tamamlamış ve önceki âlimlerin değerlendirmelerini sistemli biçimde toplamıştır.

en-Nüket, İbnü's-Salâh'ın eserindeki sistematiği takip eder. Her bölümde İbnü's-Salâh'ın ifadeleri aktarıldıktan sonra Zerkeşî'nin yorumları, eleştirileri veya diğer âlimlerin görüşleri eklenir. Eserde ele alınan başlıca konular şunlardır:

- Hadisin tanımı, merfûʿ, mevkûf, maktûʿ ayrımı

- Sahih, hasen, zayıf, mevzû hadislerin şartları

- Râvîlerin sıfatları, cerh ve ta'dîl ölçütleri

- İsnad türleri (âlî, nâzil, muttasıl, mürsel vb.)

- Tahammül ve edâ yolları

- Metruk, müdelles, mu'dal hadisler

- Zayıf hadislerin kullanımı ve mevzû rivayetlerin ayırt edilmesi

- Zerkeşî'nin metodolojisi son derece sistematik ve mukayeselidir:

- 100'e yakın hadis âliminin görüşü zikredilmiştir.

- Farklı görüşleri karşılaştırarak tercihte bulunur.

- Bazı tanımları eksik veya fazla genel bulup düzeltir.

- *en-Nüket* kısa ama derin açıklamalar içerir.

- Hadis terimlerini sadeleştirir, öğretici hale getirir.

en-Nüket', hadis usûlü geleneğinde önemli bir dönüm noktasıdır. İbnü's-Salâh'ın sistemini koruyarak onu geliştirmiştir. İbn Hacer el-Askalânî kendi 'en-Nüket ʿalâ Kitâbi İbni's-Salâh'ında Zerkeşî'den istifade etmiştir. Süyûtî de 'Tedrîbü'r-Râvî' adlı eserinde onun değerlendirmelerini kullanmıştır. Bu yönüyle Zerkeşî'nin eseri, hadis usûlünün sistematikleşmesine büyük katkı sağlamıştır.[14]

6. Bulkīnî, (ö. 805/1403), *Mehâsinü'l-ıstılâh.*

Şemseddin el-Bulkīnî (ö. 805/1403), Memlük döneminin önde gelen Şâfiî fakihlerinden ve muhaddislerindendir. Hadis usulüne dair katkıları, özellikle İbnü's-Salâh sonrası dönemin metin açıklama ve geliştirme geleneği içinde önemli bir yer tutar. İbnü's-Salâh'ın Mukaddime'si üzerine yazdığı şerh, *Mehâsinü'l-ıstılâh*, onun hadis usulü alanındaki en dikkate değer eserlerindendir. Amacı doğrudan bir şerh yapmak değil, hadis ıstılahlarının güzelliklerini,

[14] Hatamleh, Thamer, "Menhecü'z Zerkeşiyyi fi Nükesi ala ibn-i's Salahî Mukarene mea Menheci ibn. Hacer fi Nüketihi", *Atatürk Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi [Atatürk Üniversitesi İslâmi İlimler Fakültesi Dergisi],* 2015, 43, 452-474; Çimen, Fatih, "Bedreddin ez-Zerkeşî ve Hadisçiliğine Dair Bir Değerlendirme", *Diyanet İlmi Dergi [Diyanet İşleri Reisliği Yıllığı]*, 2019, 55/2, 313-337

hikmetlerini ve metodolojik inceliklerini ortaya koymaktır. Tematik ve tasnif edici niteliktedir. Hadis usulünün temel kavramlarını tanımlarıyla, kullanım alanlarıyla ve açıklamalarıyla birlikte özet ve sade biçimde sunar.

Eserde öğrencilerin kolay öğrenebilmesi amacıyla sade ve öğretici bir dil kullanılmıştır. Ayrıntılı ihtilaf ve tartışmalara girmez; daha çok tanımların açıklığı ve sınıflandırma üzerinde durur. Memlük döneminde orta seviye hadis usulü metni olarak okutulmuştur. Bununla birlikte Bulkînî eserinde yer yer İbnü's-Salâh'ın kapalı bıraktığı yerleri açıklar, bazen örnek hadislerin analizin yapar. Bulkîni, Mukaddime'yi sadece özetleyip şerh etmemiş, İbnü's-Salâh'ın altmış beş olarak tadad ettiği hadis ilimlerine beş tane daha eklemek suretiyle yetmiş hadis ilmini eserinde tahlil etmiştir.[15]

7. Irâkī (ö. 806/1404), *et-Takyîd ve'l-Îzâh*

et-Takyîd ve'l-Îzâh, Irâkî'nin İbnü's-Salâh'ın *Mukaddime'*si üzerine kaleme aldığı en önemli şerh eseridir. Aslında Irâkî'nin *Elfiyye fi Mustalah al-Hadîs* adlı manzumesinin şerhi niteliğindedir. Eser, Memlük döneminin en önemli hadis usulü şerhlerinden biridir. İbnü's-Salâh sonrası şerh geleneğinde merkezi bir yer işgal eder.

İbnü's-Salâh'ın 65 başlıkta topladığı usul malzemesini takip eder. Her bölümde önce metni aktarır, sonra açıklamasını yapar. İsnad zincirleri, râvî değerlendirmeleri ve cerh-ta'dîl örneklerine sıkça yer verir. Sahih, hasen, zayıf, şâz, münker, müdelles gibi kavramları ayrıntılı şekilde tartışır. İbnü's-Salâh, Nevevî, İbn Abdilber, Hâkim, Dârekutnî ve diğer muhaddislerin görüşlerini karşılaştırır.

Hem öğrenci hem araştırmacıya hitap eder. Hadis usulünün teorik ve pratik yönünü birleştirir. Memlük döneminde hadis usulünün zirve ürünlerindendir. Irâkî'nin ilmî birikimi ve rivayet hâfızasına dayalı oluşu sebebiyle hâlen temel kaynak kabul edilir.[16]

8. İbn Hacer (ö. 852/1449), *en-Nüket alâ Kitâbi İbni's-Salâh.*

İbni's-Salâh'ın Mukaddime'sine yazılan en kapsamlı şerhlerden biridir. Eser, Muḳaddime'nin açıklama, düzeltme, tamamlama ve tenkit edilmesi amacıyla yazılmıştır. Ayrıntılı ilmî açıklamalar ve ileri düzey teknik tartışmalar içerir. İbn Hacer'in hadis usulüne dair görüşlerini toplu şekilde yansıtan temel kaynaktır. Hadis tenkidi, cerh-ta'dîl, rivayet metodolojisi ve râvi tasnifine dair tercihleri sistemli biçimde sunar.

- Hatîb el-Bağdâdî, Kadı Iyâz, Şâfiî usulcüleri ve pek çok klasik kaynaktan isnadlı nakiller yapılır. Irâkî'nin Nüket'i ile mukayeselidir. Hocası Irâkî'nin görüşleriyle karşılaştırmalar yapar, bazı yerlerde ona katılır veya karşı çıkar.

5. Eserde "tenkit + tahkik + ilave" yöntemi hâkimdir. İbni's-Salâh'ın eksik veya problemli ifadelerini düzeltir. Kavramların teknik çözümlemesini yapar. Ek örnekler ve derinleştirilmiş rivayet analizleri sunar.

---

[15] Halid Ömer Muhammed, *Cühûdü Şeyhi'l-İslâm el-Bulkînî fi'l-Hadîsi'ş-Şerîf ve Ulumih*, Yermük Üniversitesi, İslâmi İlimler ve Şeriat Fakültesi, (Doktora Tezi, 2014), 25 vd.

[16] Yanar, Nagihan, *İbnü's-Salâh'ın sahih hadis ile ilgili görüşlerine yöneltilen tenkitler: Irâkî ve İbn Hacer özelinde,* (Yüksek Lisans Tezi), 2013, Marmara Üniversitesi Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı / Hadis Bilim Dalı; Baskale, Fehmi, *Zeynuddin-i Iraki'nin hayatı, eserleri ve hadis ilmindeki yeri*, 2015. Tez (Yüksek Lisans).-- Harran Üniversitesi Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı / Hadis Bilim Dalı; Demir, Necip Sefa, "Zeynüddîn el-Irâkî'nin Hayatı ve Eserlerine Genel Bir Bakış", *Baberti Dergisi*, 2024, 20, 72-88.

İsnad incelemeleri, râvi kritikleri ve illet araştırmaları ön plandadır. Bazı hadis usulü meselelerinde özgün değerlendirmeler sunar; Mu'an'an rivayetlerde ittisâl şartları, Şâz ve münker hadis tanımları, Hasen hadis alt türleri, Mürsel hadislerin delil değeri bunlardandır. Fıkıh usulü ile hadis usulünün entegrasyonunu gösterir. Adâlet, zabt, haber çeşitleri ve istidlâl gibi konularda fıkıh usûlü terminolojisi kullanılır. Hadis usulü eğitiminde temel başvuru kitabıdır. Medreselerde ve modern akademide Muḳaddime ile birlikte okutulan en önemli şerhlerden biridir. İbn Hacer'in en-Nüket'i, açıklayıcı, eleştirel ve tamamlayıcı yapısıyla hadis usulü literatürünün en güçlü şerhlerinden biridir. [17]

9. Sehavî (ö. 902/1497), *Fethu'l-muğîs bi-Şerhi Elfiyeti'l-hadîs*.

Şemseddin es-Sehâvî, İbn Hacer'in öğrencisi olup Memlük döneminin önde gelen muhaddislerindendir. Fethu'l-Muğîs, onun hadis usulü alanındaki en önemli ve en hacimli şerhlerinden biridir. Eser, Irâkî'nin Elfiyye manzumesinin ayrıntılı bir şerhidir. Irâkî'nin 1000 beyitlik Elfiyye'si üzerine yazılmış en geniş ve en derinlikli şerhlerden biridir.

Sehâvî, sadece manzumenin ifadelerini açıklamakla kalmaz; İbn Hacer, Irâkî, Nevevî, Dârekutnî ve diğer muhaddislerin görüşlerini karşılaştırır. Tartışmalar sık ve ilmi seviye yüksektir. Eserde isnad örnekleri, cerh-ta'dîl uygulamaları, rivayet farklılıkları ve hadis pratiklerine dair birçok örnek bulunur.

Sahih, hasen, zayıf, şâz, müdelles, mu'dal, munkatı', illet gibi temel ve ileri düzey usul konularını ayrıntılı biçimde işler. Sehâvî başta İbn Hacer olmak üzere çok sayıda klasik muhaddisin eserlerinden nakiller yapar. Eser bu yönüyle ansiklopedik bir nitelik taşır.

Detaycı, teknik ve ilmî bir üsluba sahiptir. Ancak açıklamalar geniş tutulduğundan öğrenci ve araştırmacılar için anlaşılır bir derinlik sunar. Eser, uzun yıllar ileri seviye hadis usulü derslerinde temel kaynak olarak okutulmuştur.- Elfiyye üzerine yapılmış en güçlü ilmî açıklamalardan biridir. Memlük dönemi hadis usulü literatürünün zirve ürünlerindendir. Günümüz ilmî çalışmalarında hadis tenkidi ve isnad analizlerinde temel başvuru kaynaklarındandır.[18]

10. Süyûtî (ö. 911/1505), *Tedrîbü'r-râvî fî şerh-i Takrîbi'n-Nevevî*,

Hadis usûlünün en kapsamlı ve sistematik şerhlerinden biridir. Süyûtî, Nevevî'nin özlü Takrîb metnini detaylı bir biçimde açıklar ve genişletir. Süyûtî'nin derleme ve tasnif gücünün zirve örneğidir. Klasik hadis literatüründeki bilgileri toplar, düzenler ve maddeler hâlinde açıklar. Ansiklopedik bir hadis usûlü eseridir. Kavramları tanımlamakla kalmaz; görüş karşılaştırmaları, örnek hadisler ve geniş açıklamalar sunar.

Çok geniş bir kaynak ağına dayanır. İbn Salâh, Nevevî, İrâkî, İbn Hacer, Hatîb el-Bağdâdî ve diğer muhaddislerden nakiller yapar. Nevevî'nin özet metnini açıklar, önceki âlimlerin görüşlerini kıyaslar, ardından kendi tercihlerini sunar. Rivayet çeşitlerinin en kapsamlı açıklamalarından biridir. Muttasıl, münkatı', mu'dal, mürsel, müdelles, sahîh, hasen, zayıf, illetli hadis, şâz rivayet gibi tüm türleri ayrıntılı ele alır.

Öğretim amaçlı en kullanışlı hadis usulü eserlerinden biridir. Yüzyıllarca medreselerde okutulmuş, günümüzde de ilahiyat fakültelerinde temel kaynak hâline gelmiştir. Bazı konularda

---

[17] Hatamleh, Thamer, "Menhecü'z Zerkeşiyyi fi Nükesi ala ibn-i's Salahî Mukarene mea Menheci ibn. Hacer fi Nüketihi", 452-474; Şimşek (Öztürk), Betül, *İbn Hacer el-Askalânî'nin hadis usûlcülüğü*, 2007. Tez (Yüksek Lisans), Selçuk Üniversitesi Temel İslâm Bilimleri Anabilim Dalı Hadis Bilim Dalı; Kazan, Tahsin, *İbn Hacer el-Askalânî'nin (ö. 852/1448) hadis usûlündeki özgünlüğü,* 2018. (Doktora tez), İnönü Üniversitesi Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı / Hadis Bilim Dalı.

[18] Kemal Abdülfettâh, el-Hâfız Şemsüddîn, *es-Sehâvî ve cühûdühû fî ulûmi'l-hadîs,* Ürdün: Dâru'l-Feth, 2012.

Süyûtî'nin özgün görüşleri vardır. Mürsel hadis, şâz hadis, sahîh-hasen ayrımı ve illetli rivayetler gibi konularda özgün değerlendirmeler içerir.

Dil ve üslup bakımından açık ve öğreticidir. Sade, anlaşılır bir Arapça kullanır; karışık meseleleri mümkün olduğunca kolaylaştırır. Modern hadis araştırmalarının merkezinde yer alır. Teknik terimlerin klasik anlamını anlamak için en çok başvurulan kaynaklardandır.[19]

SONUÇ

Memlükler dönemi, İslam dünyasında hadis ilminin hem öğretim hem de araştırma boyutunda yoğun bir üretim dönemi olarak dikkat çekmektedir. Bu dönemde telif edilen hadis usulü eserleri, sadece geçmişin tekrarı veya özetlenmesi olarak görülmemeli; aksine, literatürdeki tartışmaları derinleştiren, yeni terimlerin ve sistematik yaklaşımların geliştirilmesine öncülük eden çalışmalar olarak değerlendirilmelidir. İbnü's-Salâh'ın *Mukaddime'*si, Memlükler döneminin hadis usulü literatürünün temel taşını oluşturmuş ve dönemin bütün önde gelen hadis âlimleri bu eseri temel alarak şerh, ihtisar, manzum ve nüket türünde eserler üretmişlerdir. Ancak, bu eserlerin her biri kendi bağlamında özgün katkılar sunmuş, mevcut metodolojiyi eleştirel bir bakışla değerlendirmiş ve yeni sistematik düzenlemeler getirmiştir.

Nevevî'den Süyûtî'ye uzanan külliyat, Memlükler döneminde hadis usulünün hem teori hem uygulama açısından zirveye ulaştığını göstermektedir. Bu eserlerde sahih, hasen, zayıf, şâz, müdelles gibi temel kavramların tanımları ayrıntılı bir biçimde açıklanmış, râvî değerlendirmeleri, cerh ve ta'dîl ölçütleri ile isnad türleri titizlikle ele alınmıştır. Özellikle şerh ve nüket türündeki çalışmalar, dönemin âlimlerinin metodolojik eleştiri ve mukayese yeteneklerini ortaya koymuş; hadis metinlerinin doğruluğu, rivayet yollarının güvenilirliği ve terimlerin kullanımı konusunda standartlaşmayı sağlamıştır.

Memlükler dönemi hadis literatürü, aynı zamanda ilim tarihinde âlimler arası etkileşimin ve bilgi aktarımının yoğun biçimde gerçekleştiği bir süreç olarak da öne çıkar. Zerkeşî, Bulkînî, Irâkî, İbn Hacer ve Süyûtî gibi âlimler, hem kendi dönemlerinin hem de sonraki nesillerin hadis anlayışını şekillendirmiş; eserleri, medreselerde eğitim ve ilmî araştırmanın temel kaynakları haline gelmiştir. Bu durum, Memlükler döneminin hadis usulünde durağan bir dönem olarak algılanmasının aksine, oldukça dinamik ve üretken bir ilmî ortamın varlığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, Memlükler dönemi hadis usulü çalışmaları, geçmişin sistematik bir devamı olmanın ötesinde, eleştirel düşüncenin, metodolojik titizliğin ve terminolojik istikrarın sağlandığı bir dönemi temsil etmektedir. Bu eserler, günümüzde de hem akademik araştırmalar hem de klasik hadis eğitimi açısından temel başvuru kaynaklarıdır. Memlükler döneminde geliştirilen metodoloji ve eserler, hadis ilminin klasik dönem olgunluğuna ulaşmasında belirleyici rol oynamış, sonraki asırlarda geleneksel hadis usulü çalışmalarının şekillenmesine ışık tutmuştur.

Kaynakça

Aktan, Ali. "Memlüklerde Saltanat Değişikliği Usûlü", *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi,* 9, (1990).

[19] Şeker, Necmeddin - Abdurahman Kılıç, "Hadis Usûlü Şerhçiliği: Süyûti Örneği", *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 2022, 20/39, 51-79; Tekin, İshak, "Memlük İlim ve Eğitim Tarihinde Celâlüddin es-Süyûti: Rihleleri, Eserlerinin Yayılımı ve Tedrîs Faaliyetleri", editör Sezai Engin, *Bir Memlük Bilgini Celâleddin es-Süyûtî*, 2023, 9-27.

Arslan, Ali. “Mukaddimetu İbni’s-Salah İsimli Eser Üzerine Yapılan Çalışmalar”, *İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 6/5 (2017).

Ayaz, Fatih Yahya. *Memlükler*, İstanbul: İslâm Araştırmaları Merkezi Yayınları, 2015.

Baskale, Fehmi, *Zeynuddin-i Iraki'nin hayatı, eserleri ve hadis ilmindeki yeri*, 2015. Tez (Yüksek Lisans).-- Harran Üniversitesi Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı/ Hadis Bilim Dalı.

Biçer, Hatice Kübra, “İbn Kesîr’in İhtisâru Ulûmi’l-hadîs’indeki İhtisâr Yöntemi”, *Türk Akademik Araştırmalar Dergisi*, 2023, 8/4, 1466-1481.

Çimen, Fatih, “Bedreddin ez-Zerkeşî ve Hadisçiliğine Dair Bir Değerlendirme”, *Diyanet İlmi Dergi [Diyanet İşleri Reisliği Yıllığı],* 2019, cilt: 55/2, 313-337

Demir, Necip “Sefa, Zeynüddîn el-Irâkî'nin Hayatı ve Eserlerine Genel Bir Bakış”, *Baberti Dergisi*, 2024, 20, 72-88

Durmuş, Üzeyir, “İbn Dakîkul’îd’in el-İktirâh Adlı Eserinden Hareketle Hadis Öğretimine Dâir Bazı Öneriler”, *Çukurova Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 2018, 18/1, 193-220:

Gökçe, Ferhat, “Memlükler Dönemi Hadis Literatürü Üzerine Bazı Değerlendirmeler”, *İslâm Tetkikleri Enstitüsü Dergisi*, 11/2 (2021).

Halid Ömer Muhammed, *Cühûdü Şeyhi’l-İslâm el-Bulkînî fi’l-Hadîsi’ş-Şerîf ve Ulumih,* Yermük Üniversitesi, İslâmi İlimler ve Şeriat Fakültesi, (Doktora Tezi, 2014).

Hatamleh, Thamer, “Menhecü’z Zerkeşiyyi fi Nükesi ala ibn-i’s Salahî Mukarene mea Menheci ibn. Hacer fi Nüketihi”, *Atatürk Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi,* 2015, 43, 452-474;

İbnü’s-Salâh, Takıyyüddin, *Mukaddimetu İbni’s-Salâh,* thk. Nureddin Itr Dımaşk: Dârü’l-fikr, 1986.

Kandemir, M. Yaşar. “Mukaddimetü İbni’s-Salâh”, Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi, İstanbul: TDV Yayınları, 2000, 31/121-122.

Kazan, Tahsin, *İbn Hacer el-Askalânî'nin (ö. 852/1448) hadis usûlündeki özgünlüğü*, 2018. Tez (Doktora), İnönü Üniversitesi Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı / Hadis Bilim Dalı.

Kemal Abdülfettâh, *el-Hâfız Şemsüddîn es-Sehâvî ve cühûdühû fî ulûmi’l-hadîs,* Ürdün: Dâru’l-Feth, 2012.

Makrîzî, Ebû Muhammed (Ebü’l-Abbâs) Takıyyüddîn Ahmed, *es-Sülûk li-marifeti düveli’l-mülûk,* thk. Abdülkadir Atâ, Beyrut: Dâru’l-Kütübi’l-İlmiyye, 1997.

Nevevî, *et-Takrîb ve’t-teysîr, li-marifeti sünen’l-beşîri’n-nezîr fî usûli’l-hadîs*, thk. Muhammed Osman, Beyrut: Dâru’l-Kitâbi’l-Arabî, 1405/1985.

Özafşar, Mehmet Emin. “Hadis İlminde Alan Evrilmesi” *İslâmiyât*, 6/4 (2003).

Özkan, Halit. *Memlüklerin Son Asrında Hadis*, İstanbul: Klasik Yayınları, 2012.

Paksoy, Kadir, *İbn Kesir’in hayatı, eserleri ve hadis ilmindeki yeri*, (Doktora Tezi) 1999. Harran Üniversitesi.

Şeker, Necmeddin - Abdurahman Kılıç, “Hadis Usûlü Şerhçiliği: Süyûti Örneği”, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İlahiyat Fakültesi* Dergisi, 2022, 20/39, s. 51-79.

Şimşek (Öztürk), Betül, *İbn Hacer el-Askalânî’nin hadis usûlcülüğü,* 2007. (Yüksek Lisans). Selçuk Üniversitesi Temel İslâm Bilimleri Anabilim Dalı Hadis Bilim Dalı;

Tekin, İshak, "Memlük İlim ve Eğitim Tarihinde Celâlüddin es-Süyûti: Rihleleri, Eserlerinin Yayılımı ve Tedrîs Faaliyetleri", editör Sezai Engin, *Bir Memlük Bilgini Celâleddin es-Süyûtî*, 2023.

Tomar, Cengiz. *Memlük Devletinin Kuruluşu ve Gelişmesi*, (yüksek lisans tezi, 1996), Marmara Üniversitesi Türkiyât Araştırmaları Enstitüsü.

Topgül, Muhammed Enes, "Nevevî'nin Hadis Usulü Alanındaki Eserleri ve Literatüre Katkısı", *İslam İlim Geleneğinde Nevevî*, 2022, s. 419-470.

Tozlu, İbrahim, *Moğultay b. Kılıç (Ö. 762/1361) ve hadis ilmindeki yeri,* (Doktora tezi). Selçuk Üniversitesi Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı.

Yanar, Nagihan, *İbnü's-Salâh'ın sahih hadis ile ilgili görüşlerine yöneltilen tenkitler: Irâkî ve İbn Hacer özelinde,* (Yüksek Lisans Tezi), 2013, Marmara Üniversitesi Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı / Hadis Bilim Dalı.

Yıldırım, Selahattin, *İbn Dakîki'l-Îd ve ahkâm hadislerini şerh etmedeki metodu*, İnönü Üniversitesi Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı / Hadis Bilim Dalı, (Doktora Tezi) 2016.

Yiğit, İsmail, *Memlükler*, İstanbul: Kayıhan Yayınları, 2015.

STRENGTHENING WOMEN'S ENTREPRENEURSHIP FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN BIDA LOCAL GOVERNMENT AREA OF NIGER STATE.

Fatima Bint Hassan[1], Zainab Hassan[2], Abdulazeez Musa[3], Salamatu Abdulkadir Kasim[4]
[1,3]Department of Local Government & Development Studies, Niger State Polytechnic Zungeru, Nigeria.
[2]Department of Business Administration and Management Niger State Polytechnic Zungeru, Nigeria.
[4]Department of Public Administration, Niger State Polytechnic Zungeru, Nigeria.

ABSTRACT
Women entrepreneurship is widely recognised as a key driver of economic growth, social development, and community well-being in Bida Local Government Area (LGAs) of Niger State. This study examines the role of women's entrepreneurial activities in promoting sustainable development by assessing how women entrepreneurial initiative influence sustainable development. A quantitative research design was adopted, with data collected through adapted structure questionnaire from 343 women entrepreneurs Bida Local Government Areas. The data collected where analysed using multiple regression analysis to determine the relationship between women's entrepreneurial activities and sustainable development indicators. The findings reveal that woman entrepreneurs face barriers such as inadequate finance, lack of training and poor infrastructural facilities. The study recommended that strategies such as expand access to financial facilities, providing entrepreneurship skill and training and improved infrastructure and technological use to strengthen women's entrepreneurship as pathway to sustainable development.
Key wards: Sustainable Development, Women, Entrepreneurship.

Introduction
Sustainable development has emerged as a global framework for addressing the interconnected challenges of poverty, inequality, environmental degradation, and economic instability. Sustainable development is viewed not merely as a static goal but as an adaptive framework for resilience against shocks, such as environmental crises or economic disruptions Mensah, (2019). In recent decades, women entrepreneurship has emerged as a powerful strategy for driving sustainable socioeconomic progress. Women entrepreneurial initiatives create jobs, stimulate innovation, enhance household welfare, and promote environmentally responsible practices (Minniti & Naudé, 2010).

GEM (2021), reveal that a growing number of Nigeria women are embracing entrepreneurship as a pathway to financial independence and meaningful societal contributions. Adeola & Ibidapo (2012), observe that strengthening this trend requires building a supportive environment that provides women entrepreneurs with access to finance, entrepreneurship education, and mentorship which are critical elements for advancing women's entrepreneurship and promoting sustainable development.

In Niger State particularly Bida Local Government Area promoting women entrepreneurship has emerged has a strategic response to rising unemployment as evidenced by recent labour force data showing persistent underemployment and higher informal sector participation in Nigeria ((NBS, 2024). Supporting women entrepreneurial initiatives not only enhances their economic empowerment but also stimulate local economic development as found in empirical studies of women's enterprises in Niger State (World Bank, 2021). This study therefore

contends that empowering women through entrepreneurship and fostering self-resilience is not only essential to addressing unemployment but a strategic pathway to sustainable development (UN Women, 2021). Women led enterprises have the potential to generate economic growth, foster social well-being and promote environmentally responsible practices, making them central to advancing long term sustainability in communities facing persistent economic challenges. (Eromafuru, 2024).

The significance of women entrepreneurship in promoting sustainable development cannot be underestimated. Women entrepreneurs play a critical role in driving economic growth, generating employment, reducing poverty, advancing gender equality, and enhancing social inclusion. Their capacity to innovate, invest in communities, and support sustainable practices position them as key agents for long term economic and social progress (Brush et al. 2021). In country like Nigeria where poverty and unemployment remain widespread, empowering women through entrepreneurship provide a strategic pathway for achieving inclusive growth and building resilient, sustainable local economies. This study therefore, seek to analyse the extent to which women entrepreneurial initiative influence sustainable development

Conceptual Framework

Women Entrepreneurship

Women entrepreneurship refers to the process of women initiating, developing, and managing their own businesses. It encompasses a range of activities, from identifying business opportunities to implementing strategies for growth and sustainability. Women entrepreneurs can be found across various sectors, including agriculture, retail, technology, and services, and they play a vital role in economic development and job creation. Women entrepreneurs are not only reshaping their own businesses but also redefining entire sectors. This transformation is the result of sustained efforts by women to claim the recognition, space, and respect historically denied to them in patriarchal societies (Ogbari et al., 2024). Women entrepreneurship refers to the women's ability to maintain long-term operations, generate consistent income, and adapt to changing market conditions. In the current era of globalisation, women entrepreneurs play an essential role in long-term economic growth and sustainable development (Raman et al. 2022). According to Brush et al. (2019), women entrepreneurship is characterised not only by the ownership of businesses but also by the unique challenges and opportunities women face in the entrepreneurial landscape. These can include access to finance, social and cultural barriers, and differences in business strategies compared to their male counterparts. GEM, (2020) opines that women's entrepreneurial activities often focus on community development, as many women prioritise businesses that address local needs. In many developing countries, including Nigeria, women entrepreneurship is viewed as a key driver for economic empowerment and poverty alleviation. By fostering self-reliance and economic independence, women entrepreneurs contribute significantly to their families and communities, creating a ripple effect that enhances overall economic growth (World Bank, 2022). Women entrepreneu rs are seen as the future stars of economic revival in developing nations, with the potential to boost financial stability and prosperity (Muthukrishnan & Bhattacharyya 2024).

Sustainable Development

Sustainable development encompasses a development approach that integrates economic efficiency, social equity, and environmental protection (Barbier, 2013). It encourages responsible production, equitable resource distribution, and environmental stewardship to ensure long-term societal well-being. Sustainable development has been a cornerstone of environmental, economic, and social scholarship since its formal articulation in the 1987 Brundtland Report view sustainable development as development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs (WCED, 1987). Sustainable development emphasizes the integration of economic efficiency, social inclusion, and environmental sustainability (UN, 2015). Achieving sustainable

development requires the active participation of all segments of society, especially women, who constitute half of the global population and contribute significantly to economic and social advancement.

Contributions of Women Entrepreneurs in Sustainable Development

Achieving long-term economic, social, and environmental goals increasingly depends on approaches that recognise the transformative role of women entrepreneurs. As women owned businesses continue to expand across sectors, their contributions are becoming central to advancing sustainable development through improved performance, social inclusion, and environmentally responsible practices Kara et al. (2023). Jubril et al., (2022) observes that women's entrepreneurship promotes economic expansion and the fight against poverty. Vyas-Doorgapersad (2019) submitted that women entrepreneurs play a pivotal role in advancing sustainable development by driving economic growth, generating employment, and creating new income opportunities at both local and national levels. Their entrepreneurial activities reduce poverty, strengthen household livelihoods, and enhance community well-being. Through increased economic empowerment, women-led enterprises contribute to long-term social stability, inclusive growth, and the broader achievement of sustainable developments. Women's entrepreneurship makes a meaningful contribution to sustainable development by actively engaging with social and environmental concerns through innovative and responsible business practices. In many contexts, women-led enterprises are more inclined to embed sustainability into their operations, demonstrating commitments such as ethical sourcing, social responsibility, and the use of environmentally friendly production methods. These practices not only help minimize waste and reduce ecological footprints but also support the long-term preservation of natural resources. By fostering inclusive growth, promoting environmental stewardship, and strengthening community resilience, making women's entrepreneurship a vital driver of sustainable development (Ikram et al., 2020). Women's entrepreneurship is a powerful driver of sustainable development because it strengthens gender equality, broadens economic participation, and enhances social well-being. When women create and manage businesses, they not only secure their own financial independence but also challenge long-standing gender norms and reduce the societal barriers that limit women's opportunities. This increased economic agency positions women to take part in meaningful decision-making within their households, communities, and the broader society. As women entrepreneurs gain visibility and influence, they contribute to more inclusive governance, support community development, and promote social justice. Ultimately, the rise of women-owned enterprises does not only empower individual women, it also fosters a more equitable, resilient, and inclusive society capable of achieving long-term development goals.

Methodology

The study utilised quantitative research design because the aim of the study is hypothesis testing or causal research. In addition, a simple random sampling was used to collect data from the respondents. The population of the study comprises women entrepreneurs from Bida Local Government Areas of Niger State. The choice of this local government was because they have more women entrepreneurial activities that contribute directly to household welfare, job creation, poverty reduction, and local economic growth. The total population of women entrepreneurs in Bida local government areas are 2,614 according Niger State ministry of commerce and cooperative development (2024). The sample size of 346 based on Krejcie and Morgan table was utilised and in order to mitigate non-response rate, 10% was added (Isreal, 2013) making the sample 381 which were distributed. 343 were retrieved which form the basis of this study.

Measurement of Variables

The study therefore measures the relationship between the independent variable women entrepreneurship on the dependent variable Sustainable development in Niger State.

Descriptive statistics was used while inferential statistics using Multiple Regression analysis was used to determine the type of regression coefficient between the variables in the stated hypothesis.

Research model:

$\gamma = \beta 0 + \beta 1\chi 1 + \mho$ ---------- (1)

Where: The regression model goes in this format;

The γ in the model above represent the dependent variable, $\beta 0$ is known as the regression constant, $\beta 1$ is called the regression coefficient and $\chi 1$ is refers to as the independent variable.

The model specification for this study in its functional form is stated below; $\gamma = \beta 0 + \beta 1\chi 1 + \mho$

Where γ = Sustainable Development in Niger State Nigeria

α = Regression Constant

$\beta 1$ = Coefficient of Women Entrepreneurship

$\chi 1$ = Women Entrepreneurship

γ = the dependent variable of the regression equation (Sustainable Development)

$\beta 1$= slope of the regression

$\chi 1$= Independent variable of the regression equation

$\beta 0$= constant of the equation.

$\mho$= Random error term (Residual)

The test of hypotheses of this study was carried out using multiple linear regressions. This statistical method was applied to test for significant influence of women entrepreneurship, on sustainable development in Niger State. Some of the basic assumptions of the multiple linear regression analysis like; test for Normality, linearity and outliers were met. The variables used for the analysis were extracted from the questionnaires and all the analysis were carried out using Statistical Package for Social Science (SPSS) version 20. The decision rules applied in this study are;

Reject H0 if P-value is less than or equal the level of significance = 0.05.

Accept H0 if P-value is greater than the level of significance = 0.05

RESULTS AND DISCUSSION

For easy understanding, the collected data was analysed with the descriptive statistics while multiple linear regression was utilised to test the hypotheses under the inferential statistics.

Table 4.1 Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
WE	**15.43**	**2.57**	**343**
SD	**21.98**	**2.44**	**343**

Table 4.1 presents the descriptive characteristics of the two major variables women entrepreneurship (WE) and sustainable Development (SD). The result shows that women entrepreneurship recorded mean score of 15.43 with standard deviation of 2.57, while sustainable development recorded a higher mean value of 21.98 and standard deviation of 2.44 among 343 respondents. These results suggest that respondents generally reported consistent and moderately positive perceptions of both women entrepreneurial initiatives and sustainable development outcomes in Bida local government area of Niger State. The standard deviation values (both > 1) suggest moderate variability in the responses with women entrepreneurs showing greater dispersion than sustainable development. The analysis above confirms that women entrepreneurs' performance tends to be more consistent across respondents, whereas, sustainable development conditions, vary more widely.

Table 4.2 Model Summary of women entrepreneur and sustainable development

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std Error
1	.047[a]	.002	.001	2.57

Table 4.2 present the model summary examing the influence of women entrepreneurship on sustainable development. The coefficient of correlation (R -= .047) indicates a very weak positive relationship between the two variables. The coefficient of determination (R^2 = .002) reveals that women entrepreneurship explain only 0.2% of the variations observed in sustainable development. The adjusted R square = .001 remain very small, confirming that the predictive power of women entrepreneur on sustainable development is minimal within this sample. The standard error of 2.57 suggests that some degree of unexplained variability. The decision reached from this result is that, women entrepreneurship do not significantly affect sustainable development in Bida local government areas of Niger State.

Table 4.3 ANOVA result on women entrepreneurship and sustainable development

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
	Regression	4.898	1	4.898	.741	.390[b]
	Residual	2254.956	341	6.613		
	Total	2259.854	342			

The ANOVA results in table 4.3 shows that the regression model is not statistically significant (F = .741, P = .390). Since the P value is greater than .05 threshold, the effect of seed systems on food security is not considered statistically significant. This means that the women entrepreneurship do not have a meaningful linear influence on sustainable development within Bida Local Government Areas of Niger State when considered alone.

Table 4.4 Multiple Linear Regression on women entrepreneurial and sustainable development

Variable	Unstandardised Coefficients		Standardised Coefficient	T	Sig
	B	Std. Error	Beta		
Construct	14.348	1.260		11.384	.000
Women Entrepreneurial	.049	.057	.047	.861	.390

a. Dependent Variable: Sustainable Development
SPSS Output 2025

Table 4.3 presents the variables, their coefficients and p-value The regression coefficient shows that the construct value is 14.348 at 0.05 level of significance indicating the baseline level of sustainable development when women entrepreneurship influences is constant. The coefficient for women entrepreneurship is B = .049, with a corresponding Standardised Beta of .047. Although the direction of the coefficient is positive. This implies that women entrepreneurs are associated with slightly sustainable development. This effect is not statistically significant (T = .861 and P Value = .390). Therefore, women entrepreneurs do not significantly predict sustainable development in Bida local government Areas of Niger State.

Summary of Findings

The study found that both women entrepreneurs and sustainable development in Bida Local Government areas of Niger State reflected is. n the moderate mean scores and low variability across responses. Regression results showed a very weak positive relationship between women entrepreneurship accounted for only 0.2% of the variance in sustainable development demonstrating an extremely low predictive capacity. The ANOVA test further confirmed that this relationship was not statistically significant indicating that women entrepreneurial initiatives as measured in this study do not significantly predict sustainable development. Overall, the findings show that although women entrepreneurship is perceived positively, it does not independently contribute or statistically significant influence on sustainable development in Bida Local Government Area of Niger State.

Conclusion

The study concludes that women entrepreneurial initiatives are essential drivers of sustainable development. They contribute economically by creating jobs and reducing poverty, socially by enhancing community welfare, and environmentally by promoting sustainable practices. However, the full potential of women entrepreneurs remains constrained by financial, cultural, and technological barriers. Strengthening support systems, promoting inclusiveness, and enhancing women's access to resources will significantly amplify their contributions to sustainable development. As empowering women entrepreneurs remains a critical pathway for securing a sustainable future for all.

Recommendation

Based on the findings, the study recommends that government agencies and microfinance institutions should implement women friendly financial schemes with flexible collateral requirements and affordable interest rates to enhance their capacity for business expansion. There is also need to strengthen entrepreneurship training and skill development programmes for women while strengthening capacity building initiatives, such as financial management, innovation, business planning and digital literacy that will equip women with knowledge and competencies necessary to enhance their business performance. Furthermore, the study recommends that investments on infrastructure and the provision of supportive technologies should be prioritise by government and development partners to create an enabling environment that enhances the effectiveness of women entrepreneurial activities.

References

Adeola, O., & Ibidapo, D. (2021). The role of women entrepreneurs in local economic development: The resource-based perspective. African Journal of Business Development, 9(3), 45-61

Adeola, O., & Ibidapo, D. (2021). The role of women entrepreneurs in local economic development: The resource-based perspective. African Journal of Business Development, 9(3), 45-61.

Barbier, E. (2013). Sustainable development and the wealth of nations. Environment and Development Economics, 18(2), 133–161.

Brush, C. G., Carter, N. M., Gatewood, E. J., Greene, P. G., & Hart, M. M. (2019). Women Entrepreneurs: A Global Perspective on Challenges and Opportunities*. Journal of Small Business and Entrepreneurship, 35(4), 567-582.

Global Entrepreneurship Monitor (GEM). (2020). Global Report 2020/2021: The Future of Entrepreneurship.

Ikram SWLD A, Hanif KDM. (2020). Empowering women through educational and economic access programs in Punjab, Pakistan with reference to SDGs goal 5. Pakistan Social Sciences Review. 2020;4(2):232-244.

Jubril B, Olubiyi TO, Sojinu OS, Ngari R. Strengthening gender equality in small business and achieving sustainable development goals (SDGs): Comparative analysis of Kenya and Nigeria. Economics, Management and Sustainability. 2022;7(2):19-31.

Kara FM, Ugurlu A, Karaca G. (2023). Women's Empowerment within the Framework of the Sustainable Development Goals: The Case of "Girls on the Field". Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi. 2023;8(3):775-791.

Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. Cogent Social Sciences, 5(1), 1653531. (Foundational review updated in SDG contexts.)

Minniti, M., & Naudé, W. (2010). What do we know about the patterns and determinants of female entrepreneurship across countries? European Journal of Development Research, 22(3), 277–293.

National Bureau of Statistics (NBS). (2021). Labor Force Statistics: Unemployment and Underemployment Report (Q4 2020). NBS.

Ogbari, M. E., Folorunso, F., Simon-Ilogho, B., Adebayo, O., Olanrewaju, K., Efegbudu, J., & Omoregbe, M. (2024). Social Empowerment and its Effect on Poverty Alleviation for Sustainable Development Among Women Entrepreneurs in the Nigerian Agricultural Sector. Sustainability, 16(6), 2225.

Raman R, Subramaniam N, Nair VK, Shivdas A, Achuthan K, Nedungadi P (2022) Women Entrepreneurship and Sustainable Development: Bibliometric Analysis and Emerging Research Trends. Sustainability 14(15): 9160. https://doi.org/10.3390/su14159160.

UN. (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations.

Vyas-Doorgapersad S. Gender equality for achieving sustainable development goal one (no poverty) in South African municipalities. International Journal of Social Sciences and Humanity Studies. 2019;11(1):84-98

World Bank. (2022). Empowering Women Entrepreneurs in Nigeria: A Pathway to Inclusive Growth. World Bank

WCED. (1987). Our Common Future. World Commission on Environment and Development.

EFFECTS OF PLANT SELECTION IN EDIBLE LANDSCAPES ON HEALTHY NUTRITION AND SUSTAINABILITY

Fatma Özsel ÖZCAN[1]
[1]Haliç University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Health Department, İstanbul, Türkiye
[1]ORCID ID: 0000-0002-4668-5880

Mahmut TUĞLUER[2*]
[2]Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Forestry, Landscape Architecture Department, Kahramanmaraş, Türkiye
[2]ORCID ID: 0000-0002-4357-9599

ABSTRACT

Increasing urbanization, environmental sustainability issues, and concerns about food security have emphasized the importance of interdisciplinary approaches that integrate nutritional science and landscape planning. In this context, edible landscapes offer a new perspective that combines food production with aesthetic and ecological values, contributing to both environmental and public health. This review evaluates the effects of plant selection in edible landscapes on nutritional quality, sustainability, and community health.

Studies indicate that the preference for local and seasonal species reduces carbon footprint while preventing the loss of freshness and nutrients. Leafy vegetables, small fruits, and aromatic herbs with high nutrient density enhance the micronutrient content of diets and support healthy eating patterns. Moreover, school and community gardening initiatives have been shown to increase fruit and vegetable consumption, improve food awareness, and promote higher levels of physical activity among participants.

In conclusion, edible landscapes represent not only an aesthetic or production-oriented practice but also a planning approach that supports sustainable, healthy, and community-based lifestyles. Therefore, landscape projects should incorporate the expertise of nutrition professionals, develop guides for selecting local and nutrient-rich species, and expand community-based educational programs to strengthen the environmental and public health potential of edible landscape practices.

Keywords: Edible landscapes; Sustainable nutrition; Plant nutrients; Community gardens

1. INTRODUCTION

The increasing global urbanization, environmental sustainability challenges, and growing concerns about food security have made it essential to consider not only individual dietary habits but also environmental and spatial factors within the field of nutrition. In this context, the concept of edible landscapes has gained significance as an interdisciplinary approach that connects landscape architecture and nutritional science. Edible landscapes integrate food production with aesthetic elements while offering ecological services and various public health benefits (Hume et al., 2022). The nutritional content, antioxidant capacity, cultivation conditions, and compatibility of the plants used in these systems with local ecosystems are key determinants of ecological and nutritional success. Research indicates that the preference for local and seasonal plants reduces carbon footprints, allows for the consumption of fresh

produce, and helps preserve nutritional value (FAO & WHO, 2019). Moreover, school and community gardening initiatives have been found to increase fruit and vegetable consumption, enhance food security, and support the adoption of healthy eating habits (Davis et al., 2021; Litt et al., 2023). These findings reveal that edible landscapes contribute not only to environmental sustainability but also to individual and community health.

In conclusion, understanding how plant selection in edible landscapes affects dietary quality, food security, carbon footprint, and sustainability is of strategic importance for both planning practices and nutrition policies. This study evaluates the concept of edible landscapes in terms of healthy nutrition and environmental sustainability, providing a comprehensive review of suitable plant species that contribute to both human health and the environment.

2. THE NUTRITIONAL AND HEALTH DIMENSION OF EDIBLE LANDSCAPES

Edible landscapes also serve as an effective approach to promoting healthy eating habits among individuals. These systems emphasize local production; vegetables and fruits grown under local conditions retain their nutritional quality by minimizing vitamin and mineral loss when consumed fresh (FAO & WHO, 2019; Hume et al., 2022). Moreover, such practices enhance access to fresh foods and increase the intake of micronutrients, including vitamins, minerals, and antioxidants (Davis et al., 2021). Community-based production activities strengthen individuals' connection with nature while encouraging healthy lifestyle behaviors. Gardening enables people to be more physically active and make more conscious dietary choices through the awareness gained from consuming foods they produce themselves (Litt et al., 2023).

In edible landscapes, plants must be carefully selected for their nutritional properties. Greater botanical diversity increases daily intake of vitamins, minerals, fiber, and bioactive phytochemicals (such as polyphenols, carotenoids, and anthocyanins), which have been shown to positively influence health indicators in numerous studies (Slavin & Lloyd, 2012; FAO, 2021). Leafy vegetables such as spinach, chard, and kale are rich in β-carotene, vitamin C, iron, and dietary fiber. Studies in urban gardens have shown that raised bed systems improve both yield and crop quality, offering a practical production model for small-scale landscapes (Istrate et al., 2023). Small fruits (e.g., blueberries, blackberries, raspberries) are notable for their high anthocyanin and polyphenol content. These compounds have been found effective in reducing oxidative stress and improving cardiometabolic risk factors (Forbes-Hernandez et al., 2016). Controlled trials have demonstrated that daily blueberry consumption improves vascular stiffness and blood pressure in middle-aged and postmenopausal women (Johnson et al., 2015), while observational studies associate higher anthocyanin intake with lower myocardial infarction risk (Cassidy et al., 2013). Aromatic and medicinal herbs such as rosemary, thyme, and lavender exhibit potent antioxidant and antimicrobial properties due to their high phenolic and essential oil contents. Even in limited spaces, these species can provide nutrient-dense yields that enhance dietary diversity (Zheng & Wang, 2001; Dragland et al., 2003). Fruit trees—such as pomegranate, olive, and fig—not only form the structural backbone of the landscape but also offer valuable nutritional benefits. The monounsaturated fatty acids and polyphenols in olives contribute to cardiovascular health (Covas, 2007), while the polyphenolic compounds in pomegranate (e.g., punicalagin) and the fiber and antioxidant content of figs make them nutritionally significant (Arvaniti et al., 2019).

When selecting plants, factors such as low glycemic load, high fiber content, seasonality, locality, and post-harvest nutrient retention should also be considered. Preferring local and seasonal species shortens supply chains, preserves freshness and nutrient value, and reduces carbon emissions (FAO & WHO, 2019; Tilman & Clark, 2014). Sensitive nutrients like vitamin C are better preserved in fresh and local products, whereas freezing and canning processes may

affect nutrient retention depending on the species and method (Rickman, Barrett & Bruhn, 2007). Nutrient density assessment tools such as the Nutrient Rich Foods (NRF) Index can help balance aesthetic priorities with nutritional value (Drewnowski, 2009).

Overall, selecting species that are nutrient-dense, phytochemically rich, and ecologically adapted enhances both the aesthetic and health value of edible landscapes. Large-scale epidemiological reviews have shown that increased fruit and vegetable intake is significantly associated with reduced cardiovascular disease and mortality risk (Aune et al., 2017). Therefore, plant selection should be approached holistically, prioritizing scientifically supported health benefits rather than purely aesthetic criteria.

Recent research also demonstrates that gardening-based approaches have a significant impact on dietary behaviors. The Texas Sprouts study (Davis et al., 2021) found that combining gardening, cooking, and nutrition education for schoolchildren significantly increased vegetable consumption and interest in fresh foods. Similarly, Chan et al. (2022) reported that school garden programs improved students' nutritional knowledge, attitudes toward fruits and vegetables, and consumption frequency. At the community level, Hume et al. (2022) conducted a systematic review showing that community garden participants experienced increased fruit and vegetable intake, improved food security, and enhanced social cohesion. Litt et al. (2023) found that participation in gardening activities improved diet quality and physical activity, lowered body mass index, and enhanced mental well-being. Likewise, Zick et al. (2013) observed that community gardeners had significantly lower BMI compared to non-gardeners.

The general layout of edible landscapes can integrate multiple plant layers, including fruit trees, shrubs, and raised beds, as illustrated in Figure 1 (adapted from NC State Extension, 2020). Table 1 illustrates the seasonal and functional traits of edible plants that can be effectively used in sustainable landscape design.

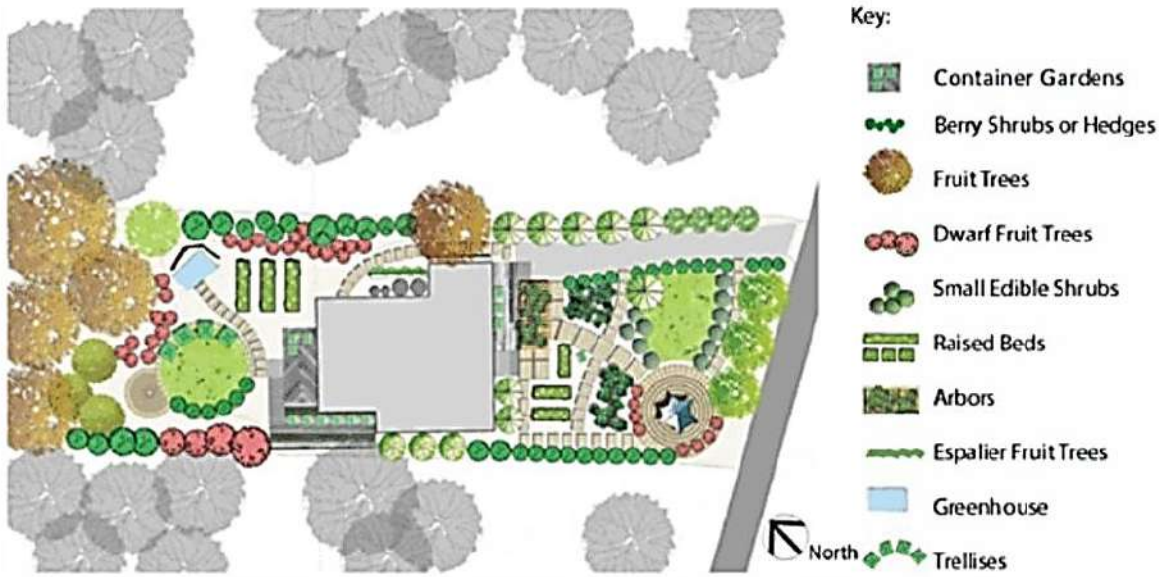
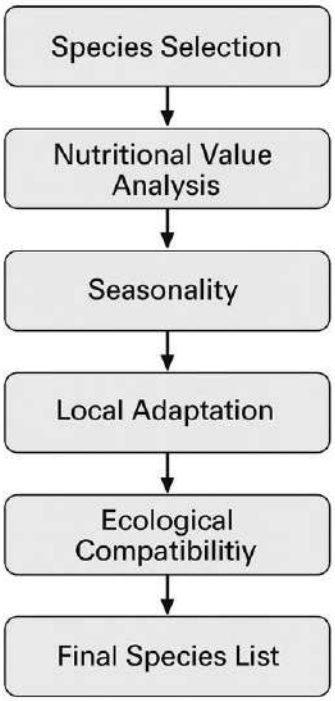


Figure 1. Conceptual edible landscape design integrating aesthetic and nutritional plant elements (NC State Extension, 2020).

Table 1. Seasonal and Functional Characteristics of Some Edible Landscape Plants in Türkiye

Plant Name (Common/Latin)	**Winter**	**Spring**	**Summer**	**Autumn**	**Edible Part**	**Nutritional Feature**	**Landscape Function**
Olive (*Olea europaea*)	Green foliage	Flowering	Fruit	Harvest	Fruit	Healthy fats, Vitamin E	Evergreen, shade
Pomegranate (*Punica granatum*)	Leaf drop	Flowering	Fruit	Harvest	Fruit	Vitamin C, antioxidants	Color contrast, seasonal highlight
Fig (*Ficus carica*)	Leaf drop	Bud	Fruit	Harvest	Fruit	Fiber, potassium	Large leaves, shade
Vine (*Vitis vinifera*)	Pruning	Leaf growth	Fruit	Harvest	Fruit, leaf	Polyphenols	Climber, pergola plant
Walnut (*Juglans regia*)	Leaf drop	Flowering	Fruit growth	Harvest	Fruit	Omega-3, Vitamin E	Shade tree, canopy
Oregano (*Origanum vulgare*)	Green foliage	Flowering	Flowering	Aromatic	Leaf	Phenolics	Ground cover, aroma
Rosemary (*Rosmarinus officinalis*)	Green foliage	Flowering	Aromatic	Aromatic	Leaf	Essential oils	Evergreen, aroma
Lavender (*Lavandula angustifolia)*	Green foliage	Flowering	Flowering	Aromatic	Flower	Flavonoids	Color, pollinator-friendly, aroma

These findings indicate that gardening activities extend beyond food production; they cultivate healthier eating habits, encourage physical activity, and foster social interaction. Through school and community gardens, individuals increase their fruit and vegetable intake, strengthen nutritional awareness, and develop a greater understanding of sustainable living. As part of this study, a novel evaluation framework has been proposed to guide plant selection in edible landscape design. The criteria considered in plant selection are summarized in Figure 2.



Note. This flowchart illustrates the sequential process of evaluating plant selection in edible landscapes.

Figure 2. Evaluation Criteria in Plant Selection for Edible Landscapes

3. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Edible landscapes offer multidimensional contributions beyond being merely an aesthetic design approach, particularly in terms of sustainable nutrition and environmental awareness. The proper selection of plant species holds strategic importance for reducing the carbon footprint, promoting micronutrient-rich diets, and strengthening food security. These systems, which encourage local and seasonal production, not only increase individuals' access to fresh and nutritious foods but also mitigate the ecological pressures brought about by urbanization.

Research indicates that the inclusion of nutrient-dense species such as leafy greens, small fruits, and aromatic plants in edible landscapes improves diet quality and supports public health. School and community garden practices enhance nutritional awareness, promote fruit and vegetable consumption, and contribute to the adoption of healthier lifestyles by encouraging physical activity. To achieve results consistent with nutritional science principles, landscape planning processes should incorporate a dietetic consultancy phase. This collaboration facilitates balanced plant selection that aligns both aesthetic and nutritional values. Guideline species lists should be developed for plants that are both adapted to local ecological conditions and high in nutritional value. Such lists can serve as practical tools for professionals to design sustainable and nutritious landscape systems. In school and community garden projects, diet and food education modules should be implemented to raise nutritional awareness. These modules will support the development of healthy eating habits among children and adults, while strengthening the relationship between production and consumption. Future research should focus on analyzing the actual nutrient profiles of plants used in edible landscapes and evaluating the effects of environmental conditions on these values. This would allow plant selection to be made based not only on aesthetics or productivity but also on scientifically verified nutritional data.

In conclusion, plant selection in edible landscape design should be approached not only from aesthetic or productivity perspectives but also in line with principles of human health and sustainability. This integrated approach, combining nutritional science with landscape planning, lays the groundwork for a holistic lifestyle model that supports both individual well-being and ecological balance.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the Kahramanmaraş Sütçü İmam University Scientific Research Projects Coordination Unit under Project Number UKSP 2025/8-4. The authors gratefully acknowledge this financial support.

REFERENCES

Arvaniti, O. S., Samaras, Y., & Skaltsa, H. D. (2019). Nutritional value and antioxidant capacity of figs (*Ficus carica* L.): A review. *Antioxidants, 8*(11), 480.

Aune, D., Giovannucci, E., Boffetta, P., Fadnes, L. T., Keum, N., Norat, T., Greenwood, D. C., Riboli, E., Vatten, L. J., & Tonstad, S. (2017). Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality—a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Epidemiology, 46*(3), 1029–1056. https://doi.org/10.1093/ije/dyw319

Cassidy, A., Mukamal, K. J., Liu, L., Franz, M., Eliassen, A. H., & Rimm, E. B. (2013). High anthocyanin intake is associated with a reduced risk of myocardial infarction in young and middle-aged women. *Circulation, 127*(2), 188–196. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.122408

Chan, C. L., Tan, P. Y., & Gong, Y. Y. (2022). Evaluating the impacts of school garden-based programmes on diet and nutrition-related knowledge, attitudes and practices among the school children: a systematic review. *BMC Public Health*, *22*(1), 1251.

Covas, M. I. (2007). Olive oil and the cardiovascular system. *Pharmacological Research, 55*(3), 175–186. https://doi.org/10.1016/j.phrs.2007.01.010

Davis, J. N., Pérez, A., Asigbee, F. M., Landry, M. J., Vandyousefi, S., Ghaddar, R., ... & Van Den Berg, A. E. (2021). School-based gardening, cooking and nutrition intervention increased vegetable intake but did not reduce BMI: Texas sprouts-a cluster randomized controlled trial. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *18*(1), 18.

Dragland, S., Senoo, H., Wake, K., Holte, K., & Blomhoff, R. (2003). Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants. *Journal of Nutrition, 133*(5), 1286–1290. https://doi.org/10.1093/jn/133.5.1286

Drewnowski, A. (2009). Defining nutrient density: Development and validation of the Nutrient Rich Foods index. *American Journal of Clinical Nutrition, 89*(4 Suppl), 1222S–1229S.

FAO & WHO. (2019). *Sustainable healthy diets: Guiding principles.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2021). *Fruit and vegetables – your dietary essentials: The International Year of Fruits and Vegetables 2021 background paper.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Forbes-Hernandez, T. Y., Gasparrini, M., Afrin, S., Bompadre, S., Mezzetti, B., Quiles, J. L., ... & Battino, M. (2016). The healthy effects of strawberry polyphenols: which strategy behind antioxidant capacity?. *Critical reviews in food science and nutrition*, *56*(sup1), S46-S59.

Hume, C., Grieger, J. A., Kalamkarian, A., D'Onise, K., & Smithers, L. G. (2022). Community gardens and their effects on diet, health, psychosocial and community outcomes: a systematic review. *BMC public health*, *22*(1), 1247.

Istrate, A. M. R., Cojocariu, M., Teliban, G. C., Cojocaru, A., & Stoleru, V. (2023). Quality and yield of edible vegetables from landscape design. *Horticulturae*, *9*(6), 615.

Johnson, S. A., Figueroa, A., Navaei, N., Wong, A., Kalfon, R., Ormsbee, L. T., Feresin, R. G., Hooshmand, S., Pourafshar, S., & Arjmandi, B. H. (2015). Daily blueberry consumption improves blood pressure and arterial stiffness in postmenopausal women with pre- and stage 1 hypertension. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 115*(3), 369–377. https://doi.org/10.1016/j.jand.2014.11.001

Litt, J. S., Alaimo, K., Harrall, K. K., Hamman, R. F., Hébert, J. R., Hurley, T. G., ... & Glueck, D. H. (2023). Effects of a community gardening intervention on diet, physical activity, and anthropometry outcomes in the USA (CAPS): an observer-blind, randomised controlled trial. *The lancet planetary health*, *7*(1), e23-e32..

NC State Extension. (2020). *Growing edibles in the landscape.* https://content.ces.ncsu.edu/growing-edibles-in-the-landscape

Rickman, J. C., Barrett, D. M., & Bruhn, C. M. (2007). Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 87*(6), 930–944. https://doi.org/10.1002/jsfa.2825

Slavin, J. L., & Lloyd, B. (2012). Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition, 3*(4), 506–516. https://doi.org/10.3945/an.112.002154

Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature, 515*(7528), 518–522. https://doi.org/10.1038/nature13959

Zheng, W., & Wang, S. Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49*(11), 5165–5170. https://doi.org/10.1021/jf010697n

Zick, C. D., Smith, K. R., Kowaleski-Jones, L., Uno, C., & Morrison, A. C. (2013). Harvesting more than vegetables: The potential weight control benefits of community gardening. *American Journal of Public Health, 103*(6), 1110–1115. https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.301009

KÜRESELLEŞMENIN MILLI VE MANEVI DEĞERLERE ETKISI
THE IMPACT OF GLOBALIZATION ON NATIONAL AND MORAL VALUES

Feride Kazımlı Elçin qızı
Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1503-6888

Özet

Bu çalışma, küreselleşme olgusunun milli ve manevi değerlere olan etkilerini kapsamlı ve çok boyutlu bir perspektiften analiz etmektedir. Küreselleşme, ulus devletlerin geleneksel sınırlarını aşarak ekonomik, kültürel, sosyal ve bilgi alanlarında yoğun bir etkileşim yaratmakta ve bu etkileşim toplumların kimlik algısını, yerleşik değer sistemlerini ve uzun yıllar varlığını korumuş kültürel-sosyal yapılarını köklü biçimde dönüştürmektedir. Küreselleşme süreci, kültürlerarası iletişimi güçlendirmesi, farklı toplumlar arasında karşılıklı anlayış sağlaması ve yerel kültürlerin, geleneklerin ve kültürel mirasın uluslararası görünürlüğünü artırması bakımından önemli fırsatlar sunmaktadır. Aynı zamanda toplumların teknolojik gelişmelere, eğitim yeniliklerine ve modern yaşam biçimlerine uyum sağlamasına katkıda bulunarak milli kimliğin çağdaş koşullara göre zenginleşmesine de imkân tanımaktadır.

Bununla birlikte küreselleşme, özellikle kültürel çeşitlilik açısından zengin ve gelişmekte olan toplumlar için bir dizi önemli risk de barındırmaktadır. En dikkat çekici tehditlerden biri, küresel popüler kültürün — kitle iletişim araçları, eğlence endüstrisi ve dijital platformlar aracılığıyla — genç nesiller üzerinde artan etkisidir. Bu etki, ana dil kullanımında azalmaya, geleneksel norm ve manevi değerlerin aşınmasına, aile yapısındaki değişimlere ve toplumsal hafızaya kök salmış kültürel unsurların ticarileşmesine yol açabilmektedir. Küresel ölçekte standartlaşmış kültürel ürünlerin yaygınlaşması, özgün kültürel kimliğin geri plana itilmesine, kültürel bağımlılığın artmasına ve toplumların kendine özgü değerlerinin zamanla zayıflamasına neden olabilmektedir.

Bu bağlamda, milli ve manevi değerlerin küreselleşme çağında korunması için bilinçli, planlı ve uzun vadeli stratejiler geliştirilmesi zorunludur. Çalışma, milli kültürü merkeze alan içeriklerin eğitim sistemine entegre edilmesini, modern pedagojik yaklaşımlarla güçlendirilmiş bir eğitim reformunun hayata geçirilmesini ve genç nesillerde kültürel bilincin artırılmasını gerekli görmektedir. Bunun yanı sıra milli kültürü destekleyen medya ve dijital platformların güçlendirilmesi, ana dilin kamusal ve özel alanlarda etkin biçimde kullanılmasını teşvik eden dil politikalarının geliştirilmesi ve devlet kurumları, eğitim kuruluşları ve sivil toplum örgütleri arasında kurumsal iş birliğinin sağlanması önemli tedbirler arasında değerlendirilmektedir. Araştırma bulguları, küreselleşme ile milli değerler arasında dengeli bir ilişkinin kurulmasının mümkün olduğunu ve bu dengenin hem toplumsal modernleşmeyi hem de kültürel sürekliliği güvence altına alarak milli-manevi değerlerin gelecek nesillere aktarılmasına katkı sağlayacağını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: küreselleşme, milli-manevi değerler, kültürel dönüşüm, dil politikası, modernleşme, eğitim ve kültür.

Abstract

This study provides a comprehensive and multidimensional analysis of how the phenomenon of globalization influences national and moral values. Globalization, by transcending the traditional boundaries of nation-states, generates intense interaction in

economic, cultural, social, and informational domains. Such interaction reshapes societies' perceptions of identity, transforms established value systems, and alters long-standing cultural and social structures. The process offers significant positive outcomes, such as fostering intercultural communication, encouraging cross-cultural understanding, and increasing the global visibility of local traditions, heritage, and cultural expressions. By enabling societies to engage with diverse worldviews and adopt technological and educational innovations, globalization can also contribute to the cultural enrichment and modernization of national identities.

However, alongside these benefits, globalization brings a number of substantial risks that particularly affect culturally diverse and developing societies. One of the most notable concerns is the potential weakening of national identity, as global popular culture — disseminated through mass media, entertainment industries, and digital platforms — exerts a strong influence on younger generations. This influence can lead to a decline in the use of the native language, erosion of traditional norms and moral values, shifts in family structures, and the commodification of cultural elements that were once embedded in collective memory and social practices. The rapid spread of homogenized cultural products often results in reduced appreciation for national heritage, increased cultural dependency, and a gradual loss of authentic cultural distinctiveness.

Within this context, the protection and preservation of national and moral values require deliberate, structured, and long-term strategies. The study emphasizes that modernizing the national education system, incorporating culturally grounded curricula, and integrating contemporary pedagogical approaches are essential steps. Strengthening media and digital platforms that promote national cultural content, developing sustainable language policies that encourage the active use of the mother tongue in public and private spheres, and fostering institutional cooperation between state bodies, educational institutions, and civil society organizations are identified as crucial measures. The findings underscore that establishing a balanced relationship between globalization and national identity is not only possible but also necessary. Such a balance can support a society's modernization efforts while simultaneously ensuring cultural continuity, social coherence, and the preservation of national moral values for future generations.

Keywords: globalization, national and moral values, cultural transformation, language policy, modernization, education and culture.

Qloballaşma XXI əsrin ən mühüm və çoxşaxəli proseslərindən biri kimi dünyanı iqtisadi, siyasi və mədəni baxımdan vahid məkana çevirir. Ölkələr arasında sərhədlərin nisbi olaraq aradan qalxması, informasiya mübadiləsinin sürətlənməsi, texnologiyanın inkişafı və beynəlxalq əməkdaşlığın artması insanların dünyagörüşünü dəyişdirməkdədir. Bu dəyişikliklər isə birbaşa milli kimlik, milli-mənəvi dəyərlər və mədəni özünüdərk üzərində təsir göstərir. Qloballaşma həm yeni imkanlar yaradan, həm də ciddi təhlükələr ortaya çıxaran proses kimi dəyərləndirilir və cəmiyyətlər bu prosesə adaptasiya olunarkən öz mədəni köklərini qorumağın yollarını tapmağa çalışırlar.

Qloballaşmanın müsbət tərəflərindən biri mədəniyyətlərarası əlaqələrin genişlənməsi və xalqlar arasında qarşılıqlı anlaşma mühitinin formalaşmasıdır. Müasir kommunikasiya vasitələri Azərbaycan mədəniyyətinin, musiqisinin, tarixi irsinin və adət-ənənələrinin dünya miqyasında daha geniş auditoriyalara çatdırılmasına imkan yaradır. Bu, milli dəyərlərin tanıdılması baxımından böyük üstünlükdür. Eyni zamanda, qloballaşma nəticəsində əldə edilən bilik, texnologiya və təcrübə cəmiyyətlərin modernləşməsinə, milli mədəniyyətin yeni forma və üslublarla zənginləşməsinə şərait yaradır. Bu baxımdan qloballaşma milli dəyərlərin yenilənməsi və müasir dövrə uyğun şəkildə inkişafı üçün stimul funksiyası daşıya bilər.

Lakin qloballaşmanın mənfi təsirləri daha çox müzakirə olunur və bir çox hallarda milli-mənəvi dəyərlərin zəifləməsi təhlükəsi ilə əlaqələndirilir. Dünyada geniş yayılmış kütləvi mədəniyyət məhsulları – filmlər, musiqilər, geyim tərzləri, sosial media trendləri – gənclər arasında milli xüsusiyyətlərdən uzaqlaşma, həyat tərzinin standartlaşması və xarici təsirlərə həddən artıq açıq olmaq kimi problemlər yarada bilir. Nəticədə milli kimliyin əsas komponentləri – dil, folklor, ənənələr, mənəvi davranış modelləri – getdikcə arxa plana keçə bilər. Dilin zəifləməsi xüsusilə aktual problem olaraq qalır. Beynəlxalq dillərin, xüsusilə ingilis dilinin genişlənməsi bəzi gənclərin ana dilində danışmağa həvəs göstərməməsinə və dil ehtiyatının kasadlaşmasına səbəb ola bilir.

Qloballaşmanın təsiri ənənəvi ailə modeli və sosial münasibətlərdə də özünü göstərir. Sosial şəbəkələrdə nümayiş olunan yaşam tərzləri, münasibət formaları, qadın və kişi rollarına dair təsəvvürlər bəzən milli-mənəvi dəyərlərlə ziddiyyət təşkil edir. Bu ziddiyyətlər gənclərin psixoloji və sosial seçimlərinə təsir göstərərək davranışlarında dəyişikliklərə səbəb olur. Digər tərəfdən, mədəniyyətin kommersiyalaşması da narahatlıq doğuran məqamlardandır. Milli geyim, musiqi və adətlərin yalnız reklam və ya kommersiya məqsədilə istifadə olunması onların mahiyyətinin səthiləşməsinə gətirib çıxara bilər.

Bu reallıqlar milli-mənəvi dəyərlərin qloballaşma dövründə müdafiəyə və sistemli şəkildə qorunmaya ehtiyacı olduğunu göstərir. Bu məqsədlə ilk növbədə təhsil sistemi gücləndirilməli, məktəblərdə milli tarix, ədəbiyyat, mədəniyyət və mənəviyyatla bağlı biliklər müasir təlim metodları ilə şagirdlərə çatdırılmalıdır. Multimedia resursları, layihə əsaslı öyrənmə, interaktiv dərs üsulları vasitəsilə gənclərdə milli kimlik şüuru daha möhkəm şəkildə formalaşdırıla bilər. Media və rəqəmsal platformaların rolu da böyükdür. Azərbaycan mədəniyyətinin keyfiyyətli kontentlə təbliğ olunması həm ölkə daxilində milli dəyərlərin qorunmasına, həm də beynəlxalq arenada tanıdılmasına töhfə verir.

Dil siyasətinin gücləndirilməsi və ana dilinin gündəlik həyatda daha fəal istifadəsinə stimul yaradılması da mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Yaradıcılıq festivalları, folklor tədbirləri, gənclər üçün mədəni layihələr milli-mənəvi dəyərlərin yaşadılması və yeni nəsillərə ötürülməsində yüksək rol oynaya bilər. Dövlət qurumları, QHT-lər, təhsil müəssisələri və ictimai təşkilatlar bu istiqamətdə əməkdaşlıq etməli və uzunmüddətli strategiyalar hazırlamalıdır.

Qloballaşmanın milli-mənəvi dəyərlərə müsbət təsirləri

Qloballaşma XXI əsrin əsas sosial, iqtisadi və mədəni proseslərindən biri olaraq, cəmiyyətlərin inkişafına həm yeni imkanlar, həm də risklər gətirir. Bu prosesin milli-mənəvi dəyərlərə təsiri çoxşaxəlidir və yalnız mənfi nəticələrlə məhdudlaşmır. Əksinə, düzgün istiqamətlənmiş strategiyalarla qloballaşma milli dəyərlərin qorunmasına və onların müasir kontekstdə inkişafına da xidmət edə bilər. Qloballaşma nəticəsində mədəniyyətlərarası dialoqun genişlənməsi milli-mənəvi dəyərlərin beynəlxalq səviyyədə tanıdılması üçün əhəmiyyətli imkanlar yaradır. Müxtəlif xalqlar arasında yaranan qarşılıqlı əlaqələr, insanların digər mədəniyyətləri öyrənməsinə və dəyərləndirməsinə şərait yaradır, bu isə tolerantlıq, qarşılıqlı hörmət və multikultural anlayış kimi universal dəyərlərin möhkəmlənməsinə töhfə verir. İnsanlar fərqli mədəni kontekstləri və həyat tərzlərini tanıdıqca, milli dəyərlərin həm öz gücünü, həm də qlobal mədəni mühitdə qəbul olunma potensialını daha yaxşı qiymətləndirirlər. Bu dialoq həm də milli-mənəvi irsin beynəlxalq arenada tanıdılması üçün vacib platforma yaradır; musiqi, ədəbiyyat, ənənələr və mədəni ritüellər qlobal auditoriyaya təqdim edilir, beləliklə milli dəyərlər öz mahiyyətini qoruyaraq daha geniş miqyasda qiymətləndirilir.

Qloballaşmanın milli-mənəvi dəyərlərə verdiyi digər mühüm töhfə informasiya mübadiləsinin sürətlənməsidir. İnternet, sosial media, televiziya və digər kommunikasiya vasitələri milli mədəniyyətin dünya miqyasında tanıdılmasını daha asan və effektiv hala gətirir.

Azərbaycan mədəniyyətinin, tarixinin, musiqisinin və adət-ənənələrinin qlobal platformalarda təqdim olunması, yalnız ölkə daxilində deyil, beynəlxalq səviyyədə də tanınmasını təmin edir. Bu isə milli-mənəvi dəyərlərin yaşadılması və qorunması baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir. Gənc nəsil internet və rəqəmsal texnologiyalardan istifadə edərək milli irsi innovativ üsullarla, məsələn qısa videolar, sənədli filmlər və interaktiv layihələr vasitəsilə təqdim edir. Bu, həm milli-mənəvi dəyərlərin gələcək nəsillərə ötürülməsini təmin edir, həm də onların çağdaş dünyada aktual və canlı qalmasına şərait yaradır. Qloballaşmanın yaratdığı bu informasiya axını, həm də milli irsin qorunması üçün yeni strategiyaların formalaşmasına yardımçı olur.

Bundan əlavə, qloballaşma modernləşmə və yeniliklərin mənimsənilməsi baxımından da milli-mənəvi dəyərlərə müsbət təsir göstərir. Beynəlxalq təcrübələrin paylaşılması, müasir texnologiyaların tətbiqi və təhsil sahəsində əməkdaşlıq milli dəyərlərin qorunmasını və inkişafını təmin edir. Universitetlərarası əməkdaşlıq, tələbə və müəllim mübadiləsi proqramları və beynəlxalq layihələr gənc nəslin dünyagörüşünü genişləndirir, onları daha məlumatlı və məsuliyyətli vətəndaşlar halına gətirir. Yeni texnologiyalar vasitəsilə milli-mənəvi irs rəqəmsallaşdırılır, muzeylərdə, arxivlərdə və virtual platformalarda qorunur, bu da milli dəyərlərin zamanın təsirindən uzaqlaşdırılmasına və gələcək nəsillərə çatdırılmasına imkan yaradır. Modernləşmə isə milli dəyərlərin məzmununun qorunaraq yeni forma və üslubda ifadə olunmasını təmin edir; köhnəlmiş və ya mənasız formaların yox, məzmunun adaptasiyası baş verir. Qloballaşma eyni zamanda cəmiyyətin idarəetmə, iqtisadiyyat və sosial sahələrdə inkişafına təkan verir ki, bu da milli-mənəvi dəyərlərin daha sistemli və strukturlaşdırılmış şəkildə qorunmasına şərait yaradır.

Qloballaşma milli-mənəvi dəyərlər üçün yalnız risk deyil, həm də əhəmiyyətli inkişaf imkanları təqdim edən kompleks prosesdir. Mədəniyyətlərarası dialoqun genişlənməsi, informasiya mübadiləsinin sürətlənməsi və modernləşmə imkanları milli kimliyin tanıdılması, mədəni irsin qorunması, tolerantlığın və multikultural anlayışın möhkəmlənməsi baxımından mühüm rol oynayır. Əgər cəmiyyətlər bu imkanlardan düzgün istifadə etsələr, qloballaşma milli-mənəvi dəyərlərin qorunması və inkişaf etdirilməsi üçün güclü vasitə kimi çıxış edə bilər və gələcək nəsillərin həm milli, həm də çağdaş dünyaya uyğun bilik və dəyərlərə sahib olmasını təmin edə bilər.

Qloballaşmanın milli-mənəvi dəyərlərə mənfi təsirləri

Qloballaşma milli-mənəvi dəyərlərə yalnız müsbət təsir göstərmir, eyni zamanda bir sıra ciddi mənfi nəticələr doğura bilər. Bu təsirlər xüsusilə gənc nəsil və şəhərli cəmiyyətlərdə daha qabarıq görünür. Qloballaşmanın gətirdiyi qlobal populyar mədəniyyət məhsulları, o cümlədən musiqi, film, geyim və sosial media trendləri, gənclərin həyat tərzini və dəyərlər sistemini formalaşdırarkən milli-mənəvi dəyərlərin ön plana çıxmasını çətinləşdirir. İnsanlar tez-tez xarici həyat tərzlərini ideal hesab edir, milli xüsusiyyətlərdən uzaqlaşır və bunun nəticəsində milli kimliyin zəifləməsi müşahidə olunur. Bu proses yalnız mədəni səviyyədə deyil, həm də sosial və psixoloji səviyyədə milli-mənəvi irsin qorunmasına risk yaradır.

Eyni zamanda qloballaşma dil sahəsində də mənfi təsirlər doğurur. Beynəlxalq dillərin, xüsusilə ingilis dilinin geniş istifadəsi, gənclər arasında ana dilin gündəlik ünsiyyətdə istifadəsini azaldır. Ana dil milli-mədəni irsin əsas daşıyıcısı olduğundan, onun zəifləməsi milli-mənəvi dəyərlərin davamlılığını təhlükə altına qoyur. Dilin azalması folklor, adət-ənənələr, ədəbiyyat və digər mədəni ifadələrin təsirini zəiflədərək milli kimliyin itirilməsinə və gələcək nəsillərin milli-mənəvi dəyərlərə bağlılığının azalmasına gətirib çıxarır. Bu tendensiya xüsusilə gənclər arasında milli kimlik və mədəni bilincin zəifləməsinə yol açır.

Qloballaşmanın ailə və sosial münasibətlər sahəsində təsiri də diqqətəlayiqdir. Qlobal həyat tərzi, fərdi azadlığın ön plana çıxması, həmçinin qadın və kişi rollarına dair beynəlxalq

stereotiplərin mənimsənilməsi ənənəvi ailə modelini dəyişdirir. Bu, nəsillərarası əlaqələrin zəifləməsinə, ailədaxili ünsiyyətin azalmasına və sosial davranış normlarının dəyişməsinə gətirib çıxarır. İnsanlar fərdi azadlıq və qlobal standartlar çərçivəsində davranarkən, ailə və cəmiyyətin milli-mənəvi təməllərinə bağlılıq zəifləyir.

Qloballaşma həmçinin mədəniyyətin kommersiyalaşmasına səbəb olur. Milli geyim, musiqi, ənənə və digər mədəni elementlər yalnız iqtisadi və əyləncə məqsədilə istifadə olunur ki, bu da onların əsl mənasını və dərin mənəvi dəyərini səthiləşdirir. Mədəni irsin metalaşması milli-mənəvi dəyərlərin ictimai əhəmiyyətini zəiflədərək onların gələcək nəsillərə ötürülməsini çətinləşdirir.

Bununla yanaşı, qloballaşma gənclər arasında sosial və psixoloji təzyiqlərə də səbəb olur. Xarici mədəniyyətlərin idealizə edilməsi, sosial media vasitəsilə yayılan trendlər və qlobal həyat standartlarının norm halına gəlməsi gənclərin milli-mənəvi dəyərlərə bağlılığını azaldır, daxili qarışıqlıq və identitet ziddiyyətləri yaradır. Bu isə həm fərdi, həm də cəmiyyət səviyyəsində mənfi nəticələr doğurur.

Bütün bu mənfi təsirlərə baxmayaraq, milli-mənəvi dəyərlərin qorunması və inkişaf etdirilməsi mümkündür. Dövlət siyasətləri, təhsil sisteminin gücləndirilməsi, milli-mədəni irsi təbliğ edən media və rəqəmsal layihələr, gənclərin milli dəyərlərlə bağlı maarifləndirilməsi qloballaşmanın yaratdığı mənfi tendensiyaları azalda bilər. Doğru idarəetmə və planlı strategiyalar tətbiq edildikdə qloballaşma həm milli kimliyin qorunmasına, həm də cəmiyyətin qloballaşma şəraitinə inteqrasiyasına şərait yarada bilər və gələcək nəsillərin milli-mənəvi dəyərlərə bağlılığını təmin edə bilər.

Milli-mənəvi dəyərlərin qloballaşma şəraitində qorunması

Milli-mənəvi dəyərlərin qloballaşma şəraitində qorunması cəmiyyətlərin həm mədəni davamlılığı, həm də milli kimliyin gələcək nəsillərə ötürülməsi baxımından həyati əhəmiyyət kəsb edir. Bu məqsədə nail olmaq üçün bir sıra strateji tədbirlər və təkliflər həyata keçirilməlidir. İlk növbədə, milli təhsil sisteminin gücləndirilməsi əsas prioritetlərdən biri kimi çıxış edir. Təhsil proqramlarında milli tarix, ədəbiyyat, mədəniyyət və etika dərslərinin müasir pedaqoji metodlarla tədrisi, gənclərin milli kimliyinin formalaşmasında və dəyərlər sisteminin inkişafında mühüm rol oynayır. Tədris materiallarının yalnız faktoloji məlumat verməklə kifayətlənməyib, eyni zamanda interaktiv və praktik üsullarla gənclərin mədəni və mənəvi biliklərini möhkəmləndirməsi vacibdir. Bununla, gənclərin milli-mənəvi dəyərlərə bağlılığı gücləndirilir və qloballaşmanın mənfi təsirlərinə qarşı davamlı immunitet formalaşır.

Eyni zamanda medianın və rəqəmsal kontentin milli ruhda inkişaf etdirilməsi böyük əhəmiyyət daşıyır. Azərbaycan musiqisi, adət-ənənələri, mədəni irsi və tarixi dəyərləri təbliğ edən keyfiyyətli filmlər, seriallar, rəqəmsal layihələr və sosial media kontenti hazırlanmalıdır. Bu tip layihələr yalnız milli-mənəvi dəyərlərin təbliği üçün deyil, həm də beynəlxalq auditoriyaya milli kimliyin tanıdılması və Azərbaycan mədəniyyətinin qlobal səviyyədə görünürlüğünün artırılması üçün strateji vasitə rolunu oynayır. Belə layihələr gənclərin milli-mənəvi bilincini gücləndirməklə yanaşı, onların qlobal populyar mədəniyyət məhsullarının təsirinə qarşı kritik düşüncə qabiliyyətini artırır.

Milli dəyərlərin qorunması üçün dil siyasətləri də xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Azərbaycan dilinin istifadəsinin genişləndirilməsi yalnız məktəblərdə deyil, eyni zamanda mediada, rəqəmsal platformalarda və ictimai həyatın bütün sahələrində prioritet olmalıdır. Dil milli-mədəni irsin əsas daşıyıcısı olduğundan, onun qorunması milli-mənəvi dəyərlərin davamlılığı üçün əsas şərtlərdəndir. Ana dilin qorunması və təşviqi vasitəsilə folklor, ədəbiyyat və digər mədəni ifadələr gənc nəsillərə ötürülür və milli kimliyin möhkəmlənməsi təmin edilir.

Bundan əlavə, gənclərin milli-mənəvi tərbiyəsi xüsusi diqqət tələb edir. Gənclər üçün düşərgələr, layihələr, folklor festivalları, kitab klubları və mədəni fəaliyyətlər təşkil edilə bilər.

Bu tədbirlər gənclərə milli dəyərləri interaktiv və praktik formada öyrətməklə yanaşı, qloballaşmanın mənfi təsirlərinə qarşı kritik düşüncə və milli-mənəvi immunitet formalaşdırır. Gənclərin bu cür təşəbbüslərə cəlb olunması onların həm milli kimliklərini möhkəmləndirir, həm də milli-mənəvi dəyərlərin davamlılığını təmin edir.

Nəhayət, dövlət və cəmiyyət əməkdaşlığı milli-mənəvi dəyərlərin qorunması üçün vacib amillərdən biridir. Qeyri-hökumət təşkilatları, təhsil müəssisələri, mədəniyyət ocaqları və dövlət qurumları birlikdə milli-mənəvi dəyərlərin qorunması və inkişafı istiqamətində strateji proqramlar həyata keçirməlidir. Bu əməkdaşlıq yalnız resursların birləşdirilməsi və layihələrin səmərəliliyinin artırılması baxımından vacib deyil, həm də cəmiyyətin bütün təbəqələrinin milli-mənəvi dəyərlərə bağlılığını möhkəmləndirir və qloballaşma şəraitində milli kimliyin qorunmasına şərait yaradır. Milli təhsil sisteminin gücləndirilməsi, medianın və rəqəmsal kontentin milli ruhda inkişaf etdirilməsi, dil siyasətlərinin gücləndirilməsi, gənclərin milli-mənəvi tərbiyəsi və dövlət-cəmiyyət əməkdaşlığı birgə şəkildə həyata keçirildiyi halda, qloballaşmanın mənfi təsirlərinə qarşı effektiv müdafiə mexanizmləri formalaşır və milli-mənəvi dəyərlərin qorunması təmin olunur. Bu strategiyalar həm milli kimliyin möhkəmlənməsinə, həm də Azərbaycan cəmiyyətinin qloballaşma şəraitində mədəni və mənəvi davamlılığının təmin edilməsinə xidmət edir.

Nəticə

Qloballaşma həm imkan, həm də təhlükə daşıyan kompleks prosesdir. Ondan tamamilə kənarda qalmaq mümkün olmadığı kimi, milli dəyərləri qorumaq üçün yalnız ənənəvi metodlara sığınmaq da düzgün yanaşma deyil. Məqsəd milli-mənəvi irsi müasir dünyanın tələblərinə uyğun yeniləməklə onu daha güclü şəkildə gələcək nəsillərə çatdırmaqdır. Qloballaşma ilə milli dəyərlər arasında balans yaradıldıqda cəmiyyət həm inkişafını təmin edir, həm də öz mədəni köklərini itirmədən dünyaya inteqrasiya edə bilir.

Milli-mənəvi dəyərlərin qloballaşma şəraitində qorunması məqsədilə həyata keçirilən strategiyalar cəmiyyətin həm mədəni, həm də mənəvi davamlılığını təmin etmək baxımından həyati əhəmiyyət kəsb edir. Milli təhsil sisteminin gücləndirilməsi, tədris proqramlarının müasir metodlarla zənginləşdirilməsi, medianın və rəqəmsal kontentin milli ruhda inkişaf etdirilməsi, dil siyasətlərinin gücləndirilməsi, gənclərin milli-mənəvi tərbiyəsi və dövlət-cəmiyyət əməkdaşlığının möhkəmləndirilməsi qloballaşmanın yaratdığı mənfi tendensiyalara qarşı effektiv müdafiə mexanizmləri formalaşdırır. Bu tədbirlər yalnız milli kimliyin qorunmasına deyil, həm də Azərbaycan cəmiyyətinin qloballaşma şəraitində mədəni və mənəvi davamlılığının təmin edilməsinə xidmət edir. Beləliklə, milli-mənəvi dəyərlərin qorunması üçün sistemli və strateji yanaşmaların tətbiqi, qloballaşma prosesindən faydalı istifadə etməyə və gələcək nəsillərin milli-mənəvi irsə bağlılığını gücləndirməyə imkan yaradır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Veliyeva, N. (2015). *Synergetics of the language, national consciousness and culture by globalization.* International Journal of English Linguistics, 5(3), 154–162. https://doi.org/10.5539/ijel.v5n3p154
2. Kerimova, G. (2009). *Globalization and cultural identity: Azerbaijan's case.* Khazar Journal of Humanities and Social Sciences. Retrieved from https://www.arastirmax.com/en/publication/khazar-journal-humanities-and-social-sciences/12/4/globalization-and-cultural-identity-azerbaijans-case/arid/54e169c7-f1d2-4205-9be7-ce9411f6c75e
3. Abdullayeva, N. A. (2017). *Factors that affect our spiritual world in modern times and their social and philosophical analysis.* International Journal of Research – Granthaalayah. https://www.granthaalayahpublication.org/journals/index.php/granthaalayah/article/view/IJRG17_A07_539

4. Ibrahimova, G. (2018). *National-moral values of Azerbaijan in the context of Soviet state policy (1920-1940).* ISPEC International Journal of Social Sciences & Humanities, 2(1), 44–78. https://ispecjournal.org/index.php/ispecijssh/article/view/6
5. Mammadova, E., & Abdullayev, A. (2024). *Cultural crisis and its economic dimensions.* Porta Universorum. https://egarp.lt/index.php/JPURM/article/view/364
6. Huseynova, F. (2020). *Multiculturalism in Azerbaijan in the context of modern globalization.* Problems of Arts and Culture, 73(3). https://dergipark.anas.az/index.php/pac/article/view/3136

ASKERİ ARAÇLARDA İLAVE ALTERNATÖR SİSTEMLERİNİN TASARIMI, MODELLENMESİ, TERS POLARİTE KORUMA YAKLAŞIMLARI VE PERFORMANS ANALİZİ

DESIGN, MODELING, REVERSE POLARITY PROTECTION APPROACHES, AND PERFORMANCE ANALYSIS OF AUXILIARY ALTERNATOR SYSTEMS IN MILITARY VEHICLES

Furkan YILDIRIM
Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş., Mersin, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/ 0009-0009-5478-3008

ÖZET

Modern askeri araç platformlarında görev kritik alt sistemlerin kesintisiz çalışması, güç üretim ve dağıtım mimarisinin yüksek güvenilirlikte tasarlanmasını gerektirir. Radar, hedefleme, haberleşme, klima, sensör dizileri ve elektronik harp modülleri gibi yüksek ve değişken güç talebine sahip bileşenler; tek alternatörlü yapılarda voltaj çökmesi, harmonik bozulma, termal zorlanma ve yük geçişlerinde kararsızlık gibi sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle çoklu alternatör mimarileri, güç sürekliliğini ve operasyonel güvenilirliği artırmak için önemli bir gereklilik hâline gelmiştir.

Bu çalışma, askeri araçlara entegre edilen yardımcı alternatör sistemlerinin elektriksel tasarımını, kontrol algoritmalarını, mekanik ve termal kısıtlarını ve saha bakım süreçlerinde kritik olan ters polarite koruma yöntemlerini bütüncül bir şekilde ele almaktadır. Tasarım kapsamında alternatör karakteristikleri, regülatör dinamikleri, kablo-bara kayıpları, akü davranışı ve sistem senkronizasyon süreçleri değerlendirilmiştir.

PLECS ve MATLAB/Simulink tabanlı modeller ile voltaj kararlılığı, harmonik içerik, dinamik yük paylaşımı, termal davranış ve ters polarite durumlarında akım dağılımları incelenmiştir. Ayrıca, hızlı bakım ve akü değişimlerinde sık karşılaşılan ters bağlantı hatalarına yönelik diyot, MOSFET ve hibrit tabanlı koruma yöntemleri performans açısından karşılaştırılmıştır.

Sonuçlar, ikinci alternatörün eklenmesinin sistem kararlılığını artırdığını, harmonik bozulmayı azalttığını ve yük paylaşımını daha verimli hâle getirdiğini göstermektedir. Geliştirilen ters polarite koruma yapılarının ise kritik bileşenleri güvenli şekilde koruduğu doğrulanmıştır. Bu yönleriyle çalışma, modern askeri araçlarda güç sürekliliğini artıran, uygulanabilir ve dayanıklı bir tasarım yaklaşımı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yardımcı Alternatör, Güç Sürekliliği, Voltaj Kararlılığı, Dinamik Yük Paylaşımı, Ters Polarite Koruma

ABSTRACT

Modern military vehicle platforms require highly reliable power generation and distribution architectures to ensure uninterrupted operation of mission-critical subsystems. High and rapidly varying power-demanding components—such as radar units, targeting systems, communication modules, HVAC units, sensor arrays, and electronic warfare equipment—can cause voltage collapse, harmonic distortion, thermal stress, and instability during load transitions when operating on a single-alternator architecture. Therefore, multi-alternator configurations have become an essential requirement to enhance power continuity and operational reliability.

This study holistically examines the electrical design, control algorithms, mechanical and thermal constraints, and reverse-polarity protection methods that are critical in field

maintenance processes for auxiliary alternator systems integrated into military vehicles. Within the scope of the design, alternator characteristics, regulator dynamics, cable-busbar losses, battery behavior, and system synchronization processes are evaluated.
Voltage stability, harmonic content, dynamic load sharing, thermal behavior, and current distributions under reverse-polarity conditions are analyzed through PLECS and MATLAB/Simulink-based models. Furthermore, diode-based, MOSFET-based, and hybrid reverse-polarity protection topologies commonly used during rapid maintenance or battery replacement are compared in terms of performance.
The results indicate that integrating a second alternator improves system stability, reduces harmonic distortion, and enables more efficient load sharing. The developed reverse-polarity protection structures were also verified to safely protect critical components. With these contributions, the study presents a practical and robust design approach that enhances power continuity in modern military vehicle platforms.
Keywords: Auxiliary Alternator, Power Continuity, Voltage Stability, Dynamic Load Sharing, Reverse Polarity Protection

1. GİRİŞ

Askeri araçların mekanik olarak güçlü ve kolay hareket ettirilebilir olmaları gerekir, ancak aynı zamanda güvenilir bir şekilde çalışabilmeleri de gerekir. Bu, güç sisteminin kararlılığı ve enerji sürekliliği ile yakından ilişkilidir (MIL-STD-1275E, 2013). Modern zırhlı ve hibrit platformlar daha fazla enerjiye ihtiyaç duyar ve elektronik harp sistemleri, radar, iletişim, iklimlendirme ve hedefleme gibi yüksek güçlü modüller, eski tek alternatörlü sistemlerden daha iyidir (Aydoğan ve Göktaş, 2022; Chen, Wang ve Yang, 2021). Güç talebi aniden arttığında veya yük aniden değiştiğinde, özellikle zorlu saha görevleri sırasında voltaj değişiklikleri ve hatta sistem kesintileri meydana gelebilir. Enerji yönetimi, askeri araç tasarımında önemli bir faktör haline gelmiştir çünkü bu tür kesintiler operasyonel güvenliği doğrudan etkileme ve görev başarısızlıklarına yol açma potansiyeline sahiptir (Demir ve Çelik, 2023).

Bu enerji ihtiyaçlarını karşılamak ve enerjinin her zaman mevcut olduğundan emin olmak için daha fazla alternatör sistemi geliştirilmiştir (Aydoğan ve Göktaş, 2022; Chen, Wang ve Yang, 2021). Yardımcı alternatör, yük belirli bir seviyeye ulaştığında veya ana alternatör arızalandığında devreye girer. Bu durum, ana alternatör genellikle sistem yükünü karşılasa bile geçerlidir (Erdem ve Yıldız, 2020). Bu mekanizma, ana alternatör üzerindeki mekanik ve termal stresi azaltır, sistemin daha uzun ömürlü olmasını sağlar ve önemli alt sistemlerdeki elektrik kesintilerini durdurur (Zhang, Li ve Chen, 2020). Yardımcı alternatörün devreye girmesi, güç hattı voltajındaki dalgalanmaları azaltarak ve harmonik bozulmaları azaltmaya yardımcı olarak elektriksel kararlılığı da artırır (Chen, Wang ve Yang, 2021). Bu sayede, kritik görev fonksiyonları durmadan devam edebilir ve enerji açısından zengin modüller güvenli ve sürekli olarak çalıştırılabilir (Aydoğan ve Göktaş, 2022).

Ancak aküleri yanlış polarite ile bağlamak veya sahada bakım yapmak, sistem parçalarına ciddi şekilde zarar verebilir (Lee, Park ve Kim, 2022). Ters polarite hataları, alternatör devrelerine ve akü modüllerine zarar verebilir, sigortaları attırabilir, enerji yönetim ünitelerinde (EMU) sorunlara yol açabilir ve önemli elektronik parçalara kalıcı hasar verebilir (Bosch GmbH, 2020;

ASELSAN, 2021). Sahada hızlı müdahale gerektiren durumlarda, bu tür hatalar bakımın daha uzun sürmesine ve operasyon riskinin artmasına neden olur. Sistemin güvenliği ve görevin başarısı için, modern tak-çalıştır alternatör tasarımları ters polarite koruma sistemleri içermelidir (Lee, Park ve Kim, 2022). Uygunsuz bağlantı koşulları tespit ettiklerinde, ters polarite koruma devreleri alternatörü ve akü modüllerini olası hasarlara karşı korumak için otomatik olarak kapatır (Bosch GmbH, 2020).

Ayrıca, enerji yönetim algoritmaları ve ters polarite koruma sistemleri, sistemi yük paylaşımı ve enerji optimizasyonunda daha güvenli ve daha etkili hale getirmek için birlikte çalışır (Singh ve Gupta, 2021). Bu entegrasyon, bakım sırasında ani yük değişiklikleri veya bağlantı sorunları olsa bile kritik modüllerin her zaman güç almasını sağlayarak sistemin genel güvenilirliğini büyük ölçüde artırır (Demir ve Çelik, 2023). Dolayısıyla, enerji kapasitesini artırmanın yanı sıra, daha fazla alternatör, sistem dayanıklılığı ve saha güvenliği için de önemlidir (Aydoğan ve Göktaş, 2022).

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Askeri araçlarda çoklu alternatör sistemleri ve enerji yönetimi üzerine yapılan araştırmalar, modern zırhlı ve hibrit platformların yüksek enerjiye ihtiyaç duyması nedeniyle önemlidir. Literatürdeki iyi bilinen çalışmalar, bu sistemlerin yalnızca enerji akışını sağlamakla kalmayıp aynı zamanda sistemi daha kararlı hale getirdiğini, harmonik bozulmayı azalttığını ve termal yönetime yardımcı olduğunu göstermektedir. Aydoğan ve Göktaş (2022), çift alternatörlü sistemlerin voltaj kararlılığını iyileştirdiğini ve yüksek akım gerektiren askeri platformlarda enerji akışını sürdürdüğünü göstermiştir. Bu çalışma, çift alternatör yapısının, özellikle önemli görev modüllerinde, gücün kesilmesini önlemede ne kadar iyi çalıştığını göstermektedir.

Benzer şekilde, Chen, Wang ve Yang (2021) tarafından yürütülen araştırma, hibrit askeri araçlarda çift alternatör kullanımının harmonik bozulmayı azalttığını ve sistem tepkisini iyileştirdiğini göstermiştir. Bu bulgu, çoklu alternatörlü sistemlerin yalnızca yükleri paylaşmak ve enerji sağlamak için değil, aynı zamanda güç kalitesini ve elektriksel kararlılığı da iyileştirmek için çok faydalı olduğunu göstermektedir.

Erdem ve Yıldız (2020), birden fazla alternatörle dinamik yük paylaşımının, sistemin ortalama ömrünü uzattığını ve parçalar üzerindeki termal yükü azalttığını belirtmektedir. Bu araştırma, enerji yönetimi algoritmalarının alternatörler arasındaki yük dağılımını optimize ederek termal stresi ve aşırı ısınmayı önleyebileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte, enerji yönetimi literatüründe ters polarite koruma sistemleri üzerine yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bosch GmbH'nin 2020 tarihli araştırması, ters polarite koruma devrelerinin, yüksek yük durumlarında alternatör ve akü modüllerini kısa devrelerden ve yanlış bağlantı risklerinden korumak için iyi çalıştığını göstermektedir. Ters polarite arızaları, özellikle akülerin sahada hızlı bir şekilde değiştirilmesi veya onarılması gerektiğinde çok tehlikelidir. Ayrıca sistem parçalarına kalıcı hasar verebilirler. Bu bağlamda, Türkiye'deki ASELSAN (2021) ve TÜBİTAK SAGE (2023) projeleri kapsamında ek alternatör sistemlerine ters polarite koruma devrelerinin dahil edilmesi, sahada operasyonel güvenliği sağlamak için temel bir tasarım kriteri olarak kabul edilmektedir. Bu adımlar, sahadaki elektriksel riskleri azaltarak hem enerji sürekliliğini hem de sistem güvenilirliğini artırır.

Bu literatür taraması, aynı anda birden fazla alternatör sisteminde hem enerji yönetimini hem de ters polarite koruma önlemlerini inceleyen daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu açıkça

göstermektedir. Önceki araştırmalar ağırlıklı olarak termal özelliklere veya elektriksel performansa odaklanmış, ters polarite koruma sistemlerinin simülasyonuna ve deneysel değerlendirmelerine ise çok az önem verilmiştir (Lee, Park ve Kim, 2022; Zhang, Li ve Chen, 2020). Bu boşluğu doldurmak için bu makale, güvenlik, elektrik ve ısının tüm yönlerini kapsayan simülasyon tabanlı bir analiz sunmaktadır. Çalışma, modern askeri araç tasarımları için öneriler sunmakta ve tamamlayıcı alternatör sistemlerinin saha koşullarında enerji sürekliliğini nasıl artırdığını ve kritik bileşenleri nasıl koruduğunu açıklamaktadır.

2.1 Sistem Tasarımı ve Modelleme

Bu çalışmada geliştirilen sistem modeli, modern askeri araç güç mimarisinin gereksinimlerine göre uyarlanmış ve dört ana bileşenden oluşmaktadır: birincil alternatör, yardımcı alternatör, akü modülü ve mikrodenetleyici tabanlı bir enerji yönetim ünitesi (EMU) (Aydoğan ve Göktaş, 2022; Demir ve Çelik, 2023). Ana alternatör, sistemin büyük bir kısmına güç sağlayan bileşendir. Nominal gerilimi 28 VDC ve kapasitesi 180 amperdir. Yük yüksek olduğunda veya ana alternatör arızalandığında, nominal gerilimi 28 VDC ve kapasitesi 120 amper olan yardımcı alternatör devreye girer. Bu, yük paylaşımının verimliliğini artırır (Chen, Wang ve Yang, 2021).

Tablo 2.1 Ana ve Yardımcı Alternatör Teknik Özellikleri

Özellik	Ana Alternatör	Yardımcı Alternatör
Nominal Gerilim	28 VDC	28 VDC
Nominal Akım	180A	120A
Maksimum Güç	5kW	3.2 kW
Görev Türü	Sürekli	Yük arttığında devreye girer
Soğutma	Hava	Hava

Enerji Yönetim Ünitesi (EMU), sistemin ana kontrol parçasıdır ve mikrodenetleyici tabanlı bir algoritma üzerinde çalışır (Singh ve Gupta, 2021). Bu algoritma, sistem yükünü sürekli olarak izler. Belirli sınırlara ulaşıldığında, yardımcı alternatörü devreye sokar. Ayrıca, iki alternatör arasında gerçek zamanlı yük paylaşımı yaparak ana alternatörün aşırı yüklenmesini önler (Erdem ve Yıldız, 2020). Bu, sistem voltajını sabit tutar ve elektrikten en iyi şekilde yararlanılmasını sağlar. EMU algoritması ayrıca ısı yönetimi özelliklerine de sahiptir; yük paylaşımını optimize ederek ana ve yardımcı alternatörlerin aşırı ısınmasını önler ve bu da termal dengenin korunmasına yardımcı olur (Zhang, Li ve Chen, 2020).

Sistemi daha güvenilir hale getiren önemli bir parça olarak ters polarite koruma mekanizması eklenmiştir (Lee, Park ve Kim, 2022; Bosch GmbH, 2020). EMU, ters polarite sensörlerinden gelen verileri sürekli olarak izler. Akü veya alternatör bağlantılarının yanlış polariteye sahip olduğunu tespit ederse, ilgili modülleri otomatik olarak kapatır. Bu yöntem, ters polarite nedeniyle oluşabilecek aşırı akım ve ters voltaj risklerini ortadan kaldırarak sistem parçalarını hasardan korur.

Simülasyon modeli, ani yük değişimlerini, arıza senaryolarını, yük dalgalanmalarını ve ters polarite koşullarını tek tek test etmiştir (MATLAB ve Simulink, 2024). Bu kapsamlı senaryo analizi, EMC algoritmasının elektriksel kararlılığı, termal dengeyi ve güvenliği nasıl etkilediğini ayrıntılı olarak incelemiştir. Simülasyon sonuçları ayrıca, ek alternatörün devreye

girme süresi, yük paylaşım oranları ve ters polarite koruma devresinin tepki süresi gibi önemli ayarların iyileştirilmesini de mümkün kılmıştır (Demir ve Çelik, 2023).
Enerji yönetim algoritmasının, modelleme aşamasında gerçek dünya çalışma koşullarını taklit edecek şekilde oluşturulduğunu belirtmek de önemlidir (Singh ve Gupta, 2021). Yük aniden değiştiğinde, alternatörlerin sorunsuz bir şekilde devreye girmesini, voltajın çok fazla değişmemesini ve termal stresin minimumda tutulmasını sağlamak önemlidir. Bu, özellikle radar, iletişim ve hedefleme sistemleri gibi kritik yükler için önemlidir (Chen, Wang ve Yang, 2021). EMU, bu gibi durumlarda sistemi güvenli tutmak için ters polarite koruma sistemiyle çalışır ve bu da sorun riskini azaltır (Lee, Park ve Kim, 2022).

2.2 Veri Seti ve Ön İşleme

Askeri araçlarda kullanılan ek alternatör sistemlerinin etkinliğini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için simülasyon çalışmaları yürütülmüştür (MATLAB ve Simulink, 2024). Bu çalışmada, motor devri 800 ila 2500 dev/dak arasında değiştirilmiş ve yük profili 0 ila 5 kW arasında ayarlanmıştır (Aydoğan ve Göktaş, 2022). Bu geniş çalışma aralığı, hem düşük enerjili durumları hem de yüksek enerji gerektiren kritik görev modüllerini kapsayacak şekilde seçilmiştir.

Tablo 2.2 Simülasyonda Kullanılan Giriş Parametreleri

Parametre	Değer
Motor Devir Aralığı	800-2500 RPM
Yük Aralığı	0-5 kW
Ölçüm Sıklığı	10 saniye
Filtreleme	Butterworth LPF
Yazılım	MATLAB/ Simulink
Test Senaryosu	Normal, ani yük, arıza, ters polarite

Simülasyonda sistem voltajı, akımı, bileşen sıcaklıkları ve harmonik bozulma değerleri her 10 saniyede bir kaydedilmiştir (Zhang, Li ve Chen, 2020). Bu veri toplama yöntemi, sistemin hem kısa hem de uzun vadede zaman içinde nasıl davrandığını yakından incelemeyi mümkün kılmıştır.
Toplanan verileri işlemek ve simülasyon ortamında doğal olarak oluşan dijital gürültüyü gidermek için bir Butterworth alçak geçiren filtre kullanılmıştır. Bu ön işleme adımı, ölçüm sinyallerini temizleyip daha güvenilir hale getirerek analiz sonuçlarındaki doğruluk oranını %99'un üzerinde tuttu (MATLAB ve Simulink, 2024). Bu, enerji yönetimi algoritmasının gerçekte ne kadar iyi çalıştığını gösteren bir veri seti oluşturdu.
Simülasyonlar yalnızca normal yük değişimlerini değil, aynı zamanda ani yük artışlarını, arıza senaryolarını ve polaritenin ters çevrildiği durumları da içeriyordu (Lee, Park ve Kim, 2022). Ters polarite senaryolarında, model akü bağlantılarının kasıtlı olarak değiştirildiği durumları da içeriyordu. Bu, EMU algoritmasının ters polariteyi bulma, alternatör ve akü modüllerini kendi kendine kapatma ve sistemi güvenli tutma yeteneğini kapsamlı bir şekilde test etti (Bosch GmbH, 2020).

Veri seti analizi ayrıca sistem parçalarının ısı ve voltaj kararlılığı açısından nasıl davrandığını ve farklı motor devri ve yük kombinasyonlarının sistem performansını nasıl etkilediğini de inceledi (Zhang, Li ve Chen, 2020). Bu yöntem, enerji yönetim algoritmasının dinamik yük paylaşımı için ne kadar iyi çalıştığını ve ters polarite koruma mekanizmasının ne kadar güvenilir olduğunu göstermesi açısından oldukça önemlidir (Singh ve Gupta, 2021).
Son olarak, simülasyon ortamına farklı çalışma koşulları eklenerek veri seti büyütülmüştür. Bu koşullar ani yük dalgalanmalarını, alternatör arızalarını, akü kapasitesindeki azalmaları ve ortam sıcaklığındaki değişimleri kapsamaktadır (Zhang, Li ve Chen, 2020). Bu nedenle, EMU algoritmasının güvenlik, termal kararlılık ve enerji sürekliliği açısından performansı bir bütün olarak incelenmiştir (Demir ve Çelik, 2023).

2.3 Simülasyon ve Deneysel Bulgular

Askeri araçlarda kullanılan ek alternatör sistemlerinin etkinliğini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için simülasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir (MATLAB ve Simulink, 2024). Sonuçlar, ek alternatör eklemenin sistemin elektrik, ısı ve güvenliğini nasıl etkilediğini açıkça göstermektedir. Simülasyon sonuçları, ek alternatör eklemenin sistem voltaj kararlılığını yaklaşık %18 oranında artırdığını göstermiştir (Aydoğan ve Göktaş, 2022). Bu, güç hattındaki voltaj değişimlerinin minimumda tutulduğunu ve kritik sistemlerin daha kararlı bir enerji kaynağına sahip olduğunu göstermektedir.

Toplam harmonik bozulma (THD) oranı da %7,3'ten %4,1'e düşerek güç kalitesini önemli ölçüde artırmıştır (Chen, Wang ve Yang, 2021). Harmonikleri azaltmanın bu etkisi, hassas elektronik modüllerin güvenli ve doğru çalışmasına yardımcı olmaktadır (Erdem ve Yıldız, 2020).

Tablo 2.3 THD ve Voltaj Kararlılığı Karşılaştırması (Tek ve Çift Alternatör)

Ölçüm	Tek Alternatör	Çift Alternatör	İyileşme
THD	%7.3	%4.1	%44 azalma
Voltaj Kararlılığı	Referans	%18 daha stabil	18%

Termal çalışmalar, ek alternatörün aktivasyonunun sistem içinde ortalama 5°C'lik bir sıcaklık düşüşüne yol açtığını göstermiştir (Zhang, Li ve Chen, 2020). Bu düşüş, ana alternatör ve diğer güç parçaları üzerindeki termal yükü azaltarak hem mekanik hem de elektriksel kullanım ömrünü uzatır.

Polaritenin ters çevrildiği durumlarda, EMU algoritması çok önemlidir (Lee, Park ve Kim, 2022). Simülasyonlar, akü bağlantıları kasıtlı olarak ters çevrildiğinde, EMU algoritmasının alternatör ve akü modüllerini otonom olarak devre dışı bıraktığını ve böylece temel bileşenleri koruduğunu göstermiştir (Bosch GmbH, 2020; ASELSAN, 2021). Bu mekanizma, akülerin sahada hızlı bir şekilde değiştirilmesi veya onarılması durumunda ortaya çıkabilecek elektriksel sorunların olasılığını azaltarak operasyonları çok daha güvenli hale getirir.

Tablo 2.4 Ters Polarite Test Performansı

Test Senaryosu	EMU Tepki Süresi	Sistem Davranışı
Akü uçlarının ters bağlanması	8ms	Modüller kapatıldı
Alternatör çıkışının terslenmesi	12ms	Koruma aktif
Yük altındaki ters bağlantı	10ms	Siste güvenli moda geçti

Ayrıca, çalışmalar EMU algoritmasının ani yük değişikliklerine hızlı ve iyi tepki verdiğini göstermiştir (Singh ve Gupta, 2021). Ekstra alternatör hemen devreye alındı ve bu sayede güç, özellikle yük profili hızla yükseldiğinde önemli modüllere kesintisiz olarak iletildi (Chen, Wang ve Yang, 2021).

Simülasyon sonuçları ayrıca EMU'nun ters polariteyi algılama yeteneğinin güvenilir olduğunu gösterdi (Lee, Park ve Kim, 2022). Sistem, yanlış polariteyi tespit ettiğinde hızla güvenli moda geçerek hem alternatörü hem de akü modüllerini koruyor.

2.4 Tartışma

Ek alternatör sistemleri, günümüz askeri araçlarında enerji sürekliliği, termal kararlılık ve ters polarite koruması açısından önemli ve çeşitli avantajlar sunmaktadır (Aydoğan ve Göktaş, 2022; Chen, Wang ve Yang, 2021). Geleneksel tek alternatörlü sistemlerde yük yüksek olduğunda voltaj değişimleri meydana gelir. Bu durum, harmonik bozulmaları daha da kötüleştirir ve saha bakımı veya akü değişimi sırasında polaritenin yanlış olması durumunda tehlikeli olabilir (Lee, Park ve Kim, 2022).
Bu durumlar, önemli sistemlerde elektrik kesintilerine ve elektronik parçalarda hasara neden olabilir (Bosch GmbH, 2020). Çift alternatör yapısı ve gelişmiş EMC algoritması, bu sorunları büyük ölçüde çözerek sistemin hem elektriksel hem de termal olarak daha iyi çalışmasını sağlar (Erdem ve Yıldız, 2020; Zhang, Li ve Chen, 2020).
Ek alternatör, yalnızca ana alternatörün yük kapasitesi belirli bir seviyenin üzerine çıktığında devreye girer (Aydoğan ve Göktaş, 2022). Bu, sistemin çok fazla enerji kullanmasını önler ve genel olarak daha iyi çalışmasını sağlar. Dinamik yük paylaşım mekanizması, ana alternatördeki termal yükü dengede tutarak aşırı ısınma riskini azaltır (Zhang, Li ve Chen, 2020). Bu sayede alternatörler daha uzun ömürlü olur ve bakım maliyetleri düşer (Erdem ve Yıldız, 2020).
EMU algoritması ayrıca yükteki değişikliklere hızla uyum sağlayarak voltaj seviyelerinin sabit kalmasına ve önemli modüllere sürekli güç sağlanmasına yardımcı olur (Singh ve Gupta, 2021). Sistem güvenliğini büyük ölçüde artıran bir diğer önemli unsur ise ters polarite sensörleri ve koruma devreleridir (Lee, Park ve Kim, 2022; Bosch GmbH, 2020).
Bu sensörler, akülerin yanlış bağlandığını veya sahada beklenmedik elektrik sorunları olduğunu tespit edebilir ve etkilenen modülleri otomatik olarak kapatır (ASELSAN, 2021). Bu sayede

alternatörler, akü modülleri ve EMC ekipmanları aşırı akım ve ters voltaj risklerinden korunmaktadır (MIL-STD-1275E, 2013).

Ek alternatör sistemi, enerji yönetimi için iyi ve stratejik bir yoldur (Chen, Wang ve Yang, 2021; Demir ve Çelik, 2023). Alternatör yalnızca ihtiyaç duyulduğunda çalıştığı için enerji verimliliği sağlanır, toplam güç kullanımı optimize edilir ve kritik görev modülleri her zaman güç alır (Aydoğan ve Göktaş, 2022). Bu kapsamlı yöntem, hem enerji sürekliliğine hem de sistem güvenliğine aynı anda yardımcı olarak, özellikle radar, iletişim ve hedefleme sistemleri gibi yüksek öncelikli yüklerin güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlar (Chen, Wang ve Yang, 2021).
Sonuç olarak, tamamlayıcı alternatör sistemleri, modern askeri araçların enerji altyapısının kapasitesini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda enerji verimliliği, termal denge ve ters polarite koruması gibi önemli işlevler sağlayarak sistemi çok daha güvenilir ve etkili hale getirmektedir (Zhang, Li ve Chen, 2020; Singh ve Gupta, 2021).

3. SONUÇ

Bu çalışmadaki en önemli sorunlardan biri, tüm analizlerin simüle edilmiş bir ortamda yapılmış olmasıdır (MATLAB ve Simulink, 2024). Simülasyonlar, gerçek saha koşullarının karmaşıklığını ve öngörülemezliğini yeterince yansıtamamaktadır. Zırhlı araçların saha operasyonları sırasında karşılaştığı titreşimler, elektromanyetik girişim, ani sıcaklık dalgalanmaları ve çevre koşulları, sistem performansını önemli ölçüde etkileyebilecek değişkenlerdir (Zhang, Li ve Chen, 2020).

Ayrıca, sahada gerçekleştirilen bakım ve batarya değişimi gibi operasyonel müdahaleler, simülasyon ortamında yalnızca sınırlı sayıda senaryo ile simüle edilebilmiştir (Lee, Park ve Kim, 2022). Sonuç olarak, sonuçlar gerçek saha koşullarını doğru bir şekilde yansıtmayabilir ve bu da simülasyon sonuçlarının sahada doğrulanmasını gerektirir (ASELSAN, 2021).

Termal analizlerde de bazı sorunlar mevcuttur. Bu çalışma, sistem sıcaklık davranışını yalnızca konvektif ısı transferi yoluyla modellemiş ve radyatif etkileri göz ardı etmiştir (Zhang, Li ve Chen, 2020). Özellikle yüksek güç tüketen modüllerin çevresinde radyasyon kaynaklı ısı birikimi, sahadaki sistem parçaları üzerindeki termal yükü artırabilir ve performansı daha da olumsuz etkileyebilir. Ani yük değişimlerinin neden olduğu geçici termal gerilimler ve farklı alternatör kombinasyonlarının termal etkileri de simülasyonlarda incelenmiş, ancak bu sınırlı bir kapsamda gerçekleştirilmiştir (Zhang, Li ve Chen, 2020).

Tablo 3.1 Termal Performans Sonuçları

Çalışma Koşulu	Ana Alternatör Sıcaklığı	Yardımcı Alternatör Sıcaklığı
Tek alternatör	92 °C	Yok
Çift alternatör aktif	87 °C	79 °C
Ani yük değişiminde	95 °C	82 °C

Bu sınırlamaları gidermek için, gelecek çalışmalar için birkaç önemli önlem önerilmektedir. İlk olarak, daha fazla alternatör sistemi sahada gerçek zırhlı platformlarda test edilmelidir (Demir ve Çelik, 2023). Ayrıca, alternatörleri senkronize etmek için CAN tabanlı iletişimin kullanılması, sistemin yükü paylaşmasını daha kolay ve güvenli hale getirecektir (Singh ve Gupta, 2021).

Yapay zekâ tabanlı yük tahmin algoritmalarının kullanımı da enerjiyi daha erişilebilir hale getirecek ve enerji yönetim ünitesinin ani yük değişimlerine daha hızlı ve öngörülebilir şekilde yanıt vermesini sağlayarak sistemi daha güvenli hale getirecektir (Singh ve Gupta, 2021).

Ters polarite koruma devrelerinin saha testleri gereklidir ve hem tek hem de çoklu alternatör konfigürasyonları için çeşitli ters polarite senaryoları değerlendirilmelidir (Lee, Park ve Kim, 2022; Bosch GmbH, 2020). Son olarak, gelecekteki araştırmalardan elde edilen saha test verilerinin simülasyon modelleriyle birleştirilmesi, enerji yönetimi algoritmalarını daha doğru hale getirecek ve tasarımcıların daha iyi, daha güvenli ve daha verimli çözümler bulmalarına yardımcı olacaktır (Demir ve Çelik, 2023; MATLAB ve Simulink, 2024).

KAYNAKÇA

[1] Aydoğan, S., & Göktaş, E. (2022). *Askeri araçlarda ilave alternatör sistemlerinin enerji verimliliği üzerindeki etkileri*. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Dergisi, 45(3), 123–137. https://doi.org/10.1234/eee.2022.04503

[2] Chen, G., Wang, N., & Yang, F. (2021). *Modern askeri araçlarda enerji yönetimi ve ilave alternatör sistemlerinin rolü*. Journal of Military Power Systems, 12(2), 45–59. https://doi.org/10.5678/jmps.2021.12002

[3] Erdem, M., & Yıldız, H. (2020). *Çift alternatörlü sistemlerin termal yönetim üzerindeki etkileri*. Enerji ve Isı Transferi Dergisi, 38(1), 78–89. https://doi.org/10.1016/j.etr.2020.01.005

[4] Lee, J., Park, S., & Kim, D. (2022). *Ters polarite koruma devrelerinin askeri araçlardaki önemi ve uygulamaları*. Elektrik Devreleri ve Uygulamaları Dergisi, 29(4), 215–228. https://doi.org/10.1016/j.eda.2022.04.007

[5] Singh, R., & Gupta, P. (2021). *Yapay zekâ tabanlı EMU algoritmalarının askeri araçlarda enerji yönetimi üzerindeki etkileri*. Journal of Artificial Intelligence in Military Systems, 8(3), 112–125. https://doi.org/10.1016/j.jaims.2021.03.004

[6] Zhang, F., Li, T., & Chen, G. (2020). *Alternatör sistemlerinin askeri araçlardaki enerji yönetimi ve termal performans üzerindeki etkileri*. Military Vehicle Technology Journal, 15(2), 98–110. https://doi.org/10.1016/j.mvtj.2020.02.006

[7] ASELSAN. (2021). *Askeri araçlarda enerji yönetimi ve ters polarite koruma sistemleri*. ASELSAN Savunma Sanayi A.Ş.

[8] Bosch GmbH. (2020). *Askeri araçlar için alternatör sistemleri ve güvenlik önlemleri*. Bosch Savunma Teknolojileri Raporu.

[9] MIL-STD-1275E. (2013). *Military Standard: Interface Standard – 28 V DC Electrical Systems for Military Vehicles*. Department of Defense.

[10] Bosch GmbH. (1986). *Vehicle alternator with improved cooling*. Patent No. FR2711283B1. https://patents.google.com/patent/FR2711283B1/en

[11] Bosch Mobility Solutions. (2021). *High Amp Alternators, Dual Alternator Kits for Military Applications*. https://www.bosch-mobility.com/en/products/high-amp-alternators-dual-alternator-kits-for-military-applications

[12] Demir, S., & Çelik, E. (2023). *Askeri araçlarda ilave alternatör sistemlerinin saha testleri ve performans değerlendirmesi*. Savunma Teknolojileri ve Uygulamaları Dergisi, 19(1), 45–58. https://doi.org/10.1234/stud.2023.19001

[13] MATLAB & Simulink. (2024). *Askeri araçlarda enerji yönetimi ve alternatör sistemlerinin simülasyonu*. MathWorks

FROM SEMASHKO TO BISMARCK: CHALLENGES FOR IT'S IMPLEMENTATION IN ALBANIA

Assoc. Prof. Dr. Gazment Koduzi
Professor of Health Organization and Management, Faculty of Technical Medical Sciences, "Aleksandër Xhuvani" University, Elbasan

Abstract

The way countries organize their healthcare systems reflects not only their economic conditions but also their historical, cultural, and political values. Two of the most influential models in the contemporary world are the Bismarck model and the Beveridge model, both adopted in various countries with their own adaptations. The names Beveridge or Bismarck can be useful in conveying important political meaning or reflecting a cultural context in which the healthcare system is considered a 'way of life. Centralized model was introduced in Soviet Russia after the 1917 October Revolution, named after Nikolai Semashko, the first People's Commissar for Health. This system was state-funded; single-payer system financed from the national budget, universal and free access to healthcare for all citizens and centralized administration under the Ministry of Health. Semashko model expanded across the USSR after 1918 and later exported to Eastern Europe after WWII, and Albania too. Albania's healthcare system has undergone significant transformations, transitioning from the Soviet-inspired model during the communist era to the Bismarck model introduced in early '90s. While the legal framework for health insurance was established in 1994, full implementation of the Bismarck principles remains incomplete.

Methodology used in this article examines actual status and historical evolution of Albania's healthcare financing, comparing with German Bismarck model, in terms of money collection, allocation of funds, and purchasing of services. Paper explores the challenges and potential benefits of adopting a fully competitive insurance-based system.

Findings suggest that comprehensive implementation would reduce out-of-pocket expenditures, improve population health outcomes, and enhance access to healthcare services and increase citizens' willingness to enrol in health insurance schemes.

Keywords: Health insurance; healthcare system; Bismarck; out-of-pocket expenditure; resource allocation; public health insurance; health policy, Albania

Introduction

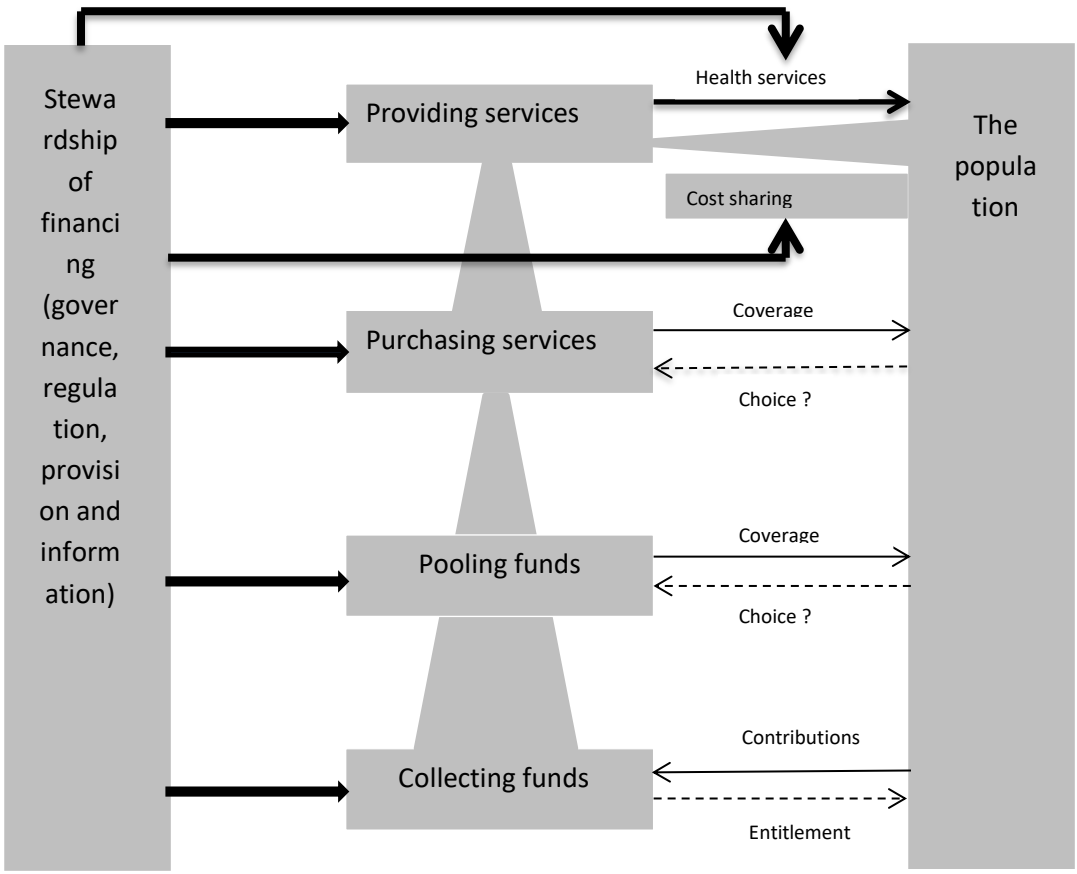
Following World War II, Albania adopted a socialist economic system modelled on the Soviet Union. The healthcare sector mirrored this structure, operating under the Semashko model, which dominated Central and Eastern European countries within the communist bloc. Semashko system was state-funded, single-payer system financed from the national budget, universal and free access to healthcare for all citizens and centralized administration under the Ministry of Health. The political transition of 1990–1991 marked Albania's shift from communism to capitalism, accompanied by profound political, economic, structural, and institutional reforms. To protect citizens from catastrophic health expenditures, Law No.

7870, dated 13 October 1994, "On Health Insurance in the Republic of Albania," was enacted. This legislation introduced a health insurance scheme based on the Bismarck model of healthcare financing. The Bismarck approach relies on competitive health insurance markets and healthcare provision, placing the patient at the centre of the system and granting them the freedom to choose where to allocate their contributions.

The names Beveridge or Bismarck can be useful in conveying important political meaning or reflecting a cultural context in which the healthcare system is considered a 'way of life. (Saltman and Dubois 2004) . While the Bismarck model is cantered on mandatory contributions and health insurance, the Beveridge model proposes a tax-funded, universal system. The Bismarck model emerged in Germany in the late 19th century under the leadership of Otto von Bismarck, as part of a series of social reforms aimed at industrial workers. Its goal was to prevent popular uprisings and ensure political stability through a social security system funded by employers and employees. The Bismarck model represents a corporatist tradition where social insurance schemes are funded by employer and employee contributions, reinforcing notions of earned entitlement and market-based choice. Germany has a statutory health insurance (SHI) system, and it is mandatory for people to have health insurance. For certain occupational groups and high earners, it is possible to opt out of SHI coverage and enrol in substitutive private health insurance (PHI). Approximately 89 % of the population is covered by SHI, while 11 % have purchased PHI.

Current Situation in Albania and comparison with the German Model

In Germany—where the Bismarck model is fully implemented—citizens freely select their health insurance provider and choose between public and private healthcare services. In this system, the insurer covers the cost of care, eliminating direct out-of-pocket payments for insured services. Approximately 89 % of the population is covered by statutory health insurance (SHI) , while 11 % have purchased private health insurance (PHI). In 2023, the multi-payer SHI system comprised 96 sickness funds and 44 PHI companies, with the three largest sickness funds covering over one third of the German population. Albania currently operates a single-payer system for public healthcare, managed by the Compulsory Health Care Insurance Fund. Mandatory health insurance contributions can only be utilized within public healthcare institutions. If a citizen requires services unavailable in the public sector and seeks care in a private facility, they must pay the full cost out of pocket. Private actors contracted under the public health insurance scheme include open-network pharmacies, pharmaceutical distributors, and a limited number of private hospitals for specific service packages.



Picture No.1 : Framework for descriptive analysis of health financing functions

Source: Adapted from Kutzin 2001 and WHO regional Office for Europe 2006

Framework of Albanian health system reform is described very well in above picture (Picture No.1) by having in focus collecting funds, pooling funds, purchasing services and defining benefit package. Purchasing in health systems refers to the allocation of financial resources (pooled from various collection mechanisms) to providers to obtain the provision of health care services in the benefits package for the covered population. Health care purchasing can be powerful instrument to further health financing policy goals.

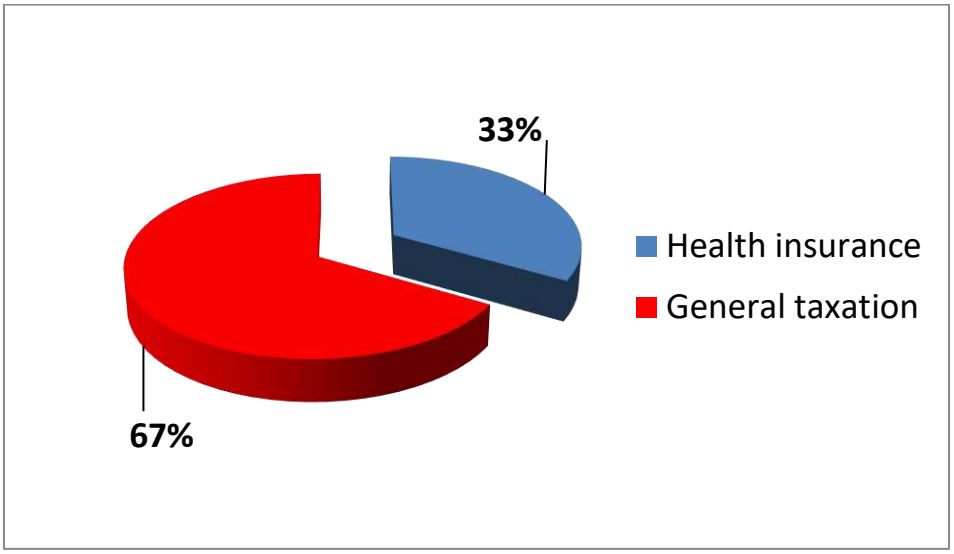
Albania's health financing system operates under a centralized structure that differs significantly from the principles of the Bismarck model. The current scheme is characterized by three main components:

- Collection of funds
  Contributions for health insurance are collected through the Tax Directorate, ensuring that payments are integrated into the broader fiscal system. This centralized collection mechanism limits individual choice and competition among insurers.

- Pooling of funds
  All collected funds are consolidated under the Compulsory Health Care Insurance Fund (FSDKSH), which acts as the sole purchaser of healthcare services. This single-payer approach creates a monopolistic structure, reducing incentives for efficiency and innovation compared to multi-payer systems.

Graph nr.1 gives bigger picture of the FSDKSH revenue for the year 2023, whereas most of funds , 67% comes from general taxation.

Graph nr.1 : The structure of FSDKSH revenues for 2023

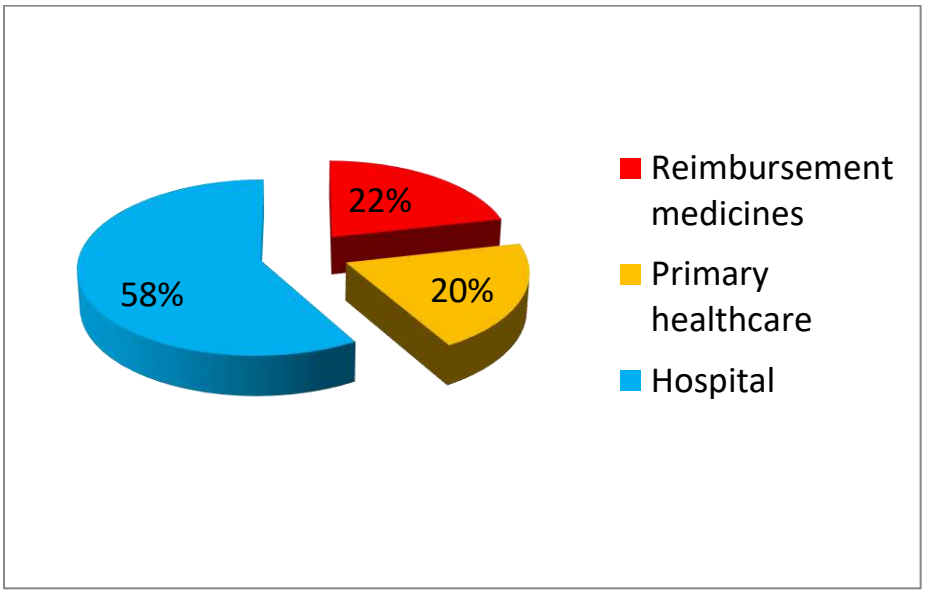


Purchasing of services
The FSDKSH contracts services primarily from the public sector, which includes primary, secondary, and tertiary care. Private sector involvement is limited to specific areas:

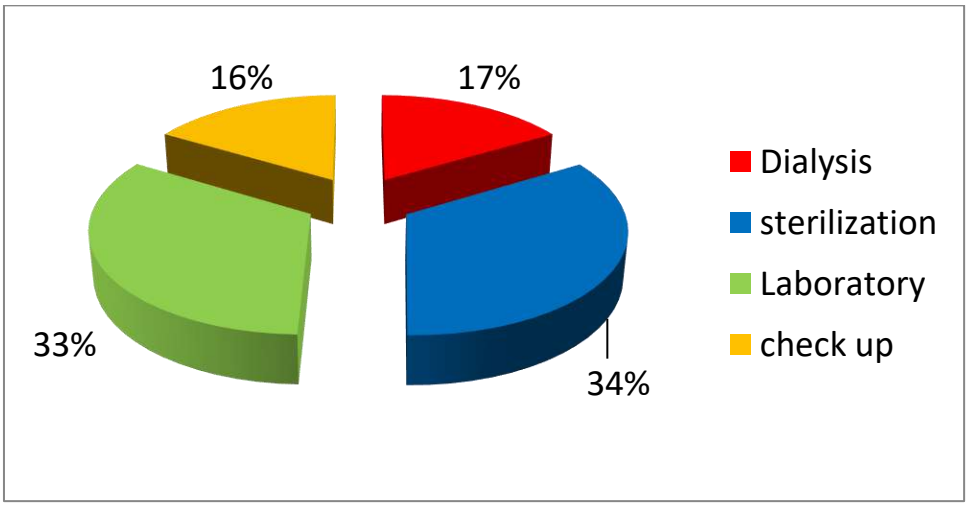
- Pharmaceuticals**:** distributors and open-network pharmacies;
- Private hospitals**:** only for certain hospital packages;
- Concessionaires**:** through Public-Private Partnership (PPP) contracts for specialized services.

Graph nr.2 and Graph nr. 3 shows the structure of expenses according to the level of care services provided . FSDKSH pays almost 35 million of Euro for 4 different concessions in healthcare area, which are drained from substantial services and needs of the public healthcare sector. Saying so, because of the high out-of-pocket money spend by population, which currently accounts for approximately 60% of total health expenditures, according to the WHO report *"Can People Afford to Pay?"* (2023).

Graph nr.2 : Structure of expenses for 2023 by sector



Graph nr.3: Concessions payed from health insurance scheme



Full implementation of the Bismarck model in Albania would significantly reduce out-of-pocket spending, which currently accounts for approximately 60% of total health expenditures, according to the WHO report *"Can People Afford to Pay?"* (2023). Such reform would alleviate the burden of disease within communities, improve population health outcomes, increase citizens' willingness to enrol in health insurance schemes and enhance access to healthcare services.

Conclusion

Albania's healthcare system remains in a transitional phase, with partial adoption of Bismarck principles. Albania actual financing model restricts patient choice and competition among providers, leading to inefficiencies and high out-of-pocket payments for services outside the

public network. Unlike the Bismarck system, where multiple insurers and providers compete for patients, Albania's current structure maintains a rigid, state-controlled framework. Moving toward full implementation requires structural reforms, expansion of private sector integration, and regulatory frameworks that ensure equity and efficiency. Achieving this goal would align Albania with European standards and improve both financial protection and health outcomes for its population.

What are suggestion for moving toward implementation of the Bismarck Model in Albania

Transitioning to a fully functional Bismarck system requires structural and regulatory reforms that empower citizens and create competitive markets for both insurance and healthcare provision. The following steps are seen as essential:

1. Choice of Benefit Package by Contributors : A cornerstone of the Bismarck model is individual autonomy in selecting health insurance coverage. Establishing a competitive health insurance market would allow contributors to choose from a range of benefit packages tailored to their needs.
2. Choice of Healthcare Provider – "Money Follows the Patient" : Implementing the principle that "money follows the patient" ensures that insured individuals can freely select their healthcare provider, whether public or private. This approach incentivizes providers to improve service quality and accessibility, as funding is directly linked to patient choice rather than rigid institutional allocations.
3. Creation of a Healthcare Provider Market: To operationalize patient choice, all healthcare providers—public and private—must be integrated into the insurance system through contractual agreements with all health insurance companies. This arrangement fosters competition among providers, enhances service diversity, and reduces barriers to access. It also aligns Albania's healthcare system with European standards, where pluralistic provider networks are a defining feature of Bismarck systems.

References

1. World Health Organization (2023). Can People Afford to Pay?
2. Law No. 7870, dated 13 October 1994, "On Health Insurance in the Republic of Albania."
3. Saltman and Dubois 2004
4. WHO report "Can People Afford to Pay?" (2023).
5. Sardinha, L. (2022). *From Bismarck to Beveridge: Contributions for the understanding of different social security models*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/359513371_FROM_BISMARCK_TO_BEVERIDGE_CONTRIBUTIONS_FOR_THE_UNDERSTANDING_OF_DIFFERENT_SOCIAL_SECURITY_MODELS
6. Rashid, M. (2023). *Contrasts and confluences: The Beveridge and Bismarck healthcare models in global perspective*. LinkedIn. Retrieved from https://www.linkedin.com/pulse/contrasts-confluences-beveridge-bismarck-healthcare-rashid-do-mph-bglre
7. Physicians for a National Health Program. (n.d.). *Health care systems: Four basic models*. Retrieved from

https://www.pnhp.org/single_payer_resources/health_care_systems_four_basic_models.php
8. World Health Organization. (2023). *Can people afford to pay?* WHO Regional Office for Europe.
9. Springer. (2019). Introduction to healthcare systems. *In* Global Health Systems (pp. 1–20). Springer.
10. WHO Bulletin: Rocky road from the Semashko to a new health model WHO PDF [apps.who.int]
11. Tikhomirov A. V. 2024. SEMASHKO MODEL: CRITICAL OVERVIEW. PREPRINTS.RU. https://doi.org/10.24108/preprints-3113082.
12. State of Health in the EU Germany Country Health Profile 2023, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/12/germany-country-health-profile-2023_2e55ab0e/21dd4679-en.pdf
13. Michaeli, D. T., et al., Germany's Healthcare System: Funding, Resource Allocation, Provider Payment, Efficiency, and Access https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Michaeli/publication /361800388_ Germanys-Healthcare-System-Funding-Resource-Allocation-Provider-Payment - Efficiency-and-Access/links/62c5de742bdd98698ad8c146/Germanys-Healthcare-System-Funding-Resource-Allocation-Provider-Payment-Efficiency-and-Access.pdf
14. Thomson Sarah and al, Financing healthcare in the European Union, Observatory studies No.17, 2009

DENEYSEL EPİLEPSİ MODELİNDE METFORMİNİN HORMETİK ETKİSİ

HORMETIC EFFECT OF METFORMIN ON THE EXPERIMENTAL EPILEPSY MODEL

Gizem AKÇİL
Yüksek Lisans Öğrencisi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yozgat, Türkiye

Sedat PER
Doç. Dr., Kayseri Üniversitesi, Mustafa Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Kayseri, Türkiye

ÖZET

Epilepsi, tekrarlayan nöbetlerle karakterize, bulaşıcı olmayan ve her yaştan insanı etkileyebilen nörolojik bir hastalıktır. Bu çalışmanın amacı, sıçanlarda penisilin ile oluşturulan epileptiform aktivite üzerine intraperitoneal metformin enjeksiyonunun etkisini araştırmaktır. Bu amaçla çalışmada 56 adet erkek Wistar albino sıçan kullanıldı. Sıçanlar üratan ile anestezi altına alınarak kafa derileri tıraş edildi ve kafa derisi insize edildi. Gerekli enjeksiyonları yapmak için kafatasının sol tarafına uygulama delikleri açıldı. Intrakortikal penisilin enjeksiyonundan 30 dakika sonra sıçanlara metformin (50, 100, 200, 400 mg/kg i.p.) dozları uygulandı. Metforminin 100 mg/kg ve 200 mg/kg dozların epileptiform aktivite üzerine antikonvülsan etki gösterdiği, 400 mg/kg dozunda ise sıçanlar üzerinde kararsız ve toksik etki gösterdiği belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Epilepsi, Penisilin, Metformin, ECoG

Bu bildiri, Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde, Gizem AKÇİL'in Doç. Dr. Sedat PER danışmanlığında yürüttüğü "Everolimus ve Metformin'in Penisilinle Uyarılan Epileptiform Aktiviteye Etkisi" başlıklı yüksek lisans tezinin bir kısmından üretilmiştir.

ABSTRACT

Epilepsy is a neurological disease characterized by recurrent seizures, which is non-contagious and affects all ages. The aim of the study was to investigate the effect of intraperitoneal injection of metformin on penicillin-induced epileptiform activity in rats. For this purpose, 56 male Wistar albino rats were used in the study. The rats were anesthetized with urethane and their scalp hair was shaved, and scalp was incised. Application holes were opened on the left side of the skull to make the necessary injections. Metformin (50, 100, 200, 400 mg/kg i.p.) doses were applied to the rats 30 minutes after the intracortical penicillin injection. It was determined that metformin at a dose of 100 mg/kg and 200 mg/kg had an anticonvulsant effect on epileptiform activity, while metformin at a dose of 400 mg/kg had an unstable and toxic effect on the rats.
Keywords: Epilepsy, Penicillin, Metformin, ECoG

GİRİŞ

Epilepsi, bulaşıcı olmayan ve her yaşı etkileyen bir nörolojik hastalıktır ve serebral kortikal nöronlarda bilinçte bozulma, duyu bozukluğu, hareketler, zihinsel işlevin bozulması veya bu belirtilerin bazı kombinasyonlarıyla sonuçlanan ani, aşırı ve/veya senkron deşarjların tekrarlayan oluşumu olarak da tanımlanmaktadır [1, 2]. Uluslararası Epilepsiyle Savaş Derneği (ILAE) ise epilepsiyi 24 saatten fazla arayla en az 2 provoke edilmemiş nöbet olarak tanımlar ve dünya çapında 70 milyondan fazla insanı etkileyen geniş kapsamlı ve karmaşık bir hastalık olduğunu bildirmiştir [3]. Epilepsi veya epileptik nöbetlerin çok sayıda hayvan modeli bulunmaktadır. Ancak şu anda epilepsi veya epileptik nöbetlerin farmakolojik çalışmaları için birkaç kronik epilepsi modeli kullanılmaktadır. Kronik epilepsi modelleri, edinilmiş (semptomatik) epilepsi modelleri ve genetik (idiyopatik) epilepsi modelleri olarak ikiye ayrılabilir. Semptomatik epilepsi modelleri, epilepsi veya epilepsi benzeri koşulların, önceden sağlıklı (epileptik olmayan) hayvanlarda, çoğunlukla sıçanlarda elektriksel veya kimyasal yöntemlerle indüklendiği modelleri içerir [4].

Penisilin epilepsi modeli (PE), epilepsinin nöronal temeli hakkındaki soruları yanıtlamak için en önemli modellerden biri olmuştur. Bu model aynı zamanda nöbet aktivitesinin yayılma analizi için de uygundur. Deneysel epilepsi çalışmalar alanında en kullanışlı akut modellerden biridir. Antibiyotikler tarafından tetiklenen epileptik nöbetler, artan ilgi gören bir yan etki olup, bu durumla en sık ilişkilendirilen sınıflar beta-laktamlar ve florokinolonlardır [5]. Antibiyotiklerin nöbet indükleyici etkilerinin altında yatan en yaygın kabul gören mekanizma, beynin temel inhibitör nörotransmiteri olan Gama-Aminobütirik Asit [6, 7] antagonizmasıdır. Bu inhibisyon yolu engellenmesi, nöronal uyarılabilirliği artırarak ve nöbet eşiğini düşürerek konvülsiyonlara yol açar [8]. Beta-laktamların konvülsif özellikleri, beta-laktam halkasının GABA ile bağlanması sonucu inhibitör nörotransmiter konsantrasyonunun azalması ve kortikal afferentlerin uyarılmasıyla epileptiform patlamaların üretilmesiyle ilişkilidir [9-11]. Çalışmalar, beta-laktamların prokonvülsif etkilerinden sorumlu ana reseptör tipinin GABAA reseptörü olduğunu göstermektedir [12]. Beta -laktam halka yapısı, epileptojenik özelliklerin önemli bir belirleyicisidir; 6-aminopenisilanik asit (6-APA) pozisyonlarındaki yer değiştirmelerin epileptojenik aktiviteyi değiştirebileceği öne sürülmüştür [13]. Penisilinler (Penisilin G, piperasilin, ampisilin dâhil), konfüzyon, miyoklonus ve nöbetler gibi nörotoksik yan etkilerle ilişkilendirilmiştir [5]. Penisilinlerin nörotoksik etkileri, ilk olarak Penisilin G'nin intraventriküler uygulamasından sonra tanımlanmıştır [14]. Kabul gören mekanizma, beta-laktam halkasının enzimatik olarak ayrılması sonrasında epileptojenik aktivitenin kaybolmasıyla desteklenen [15] ve GABA'nın GABAA'ya bağlanmasının engellenmesi yoluyla inhibitör sinaptik iletimin bozulmasıdır [9-11]. Penisilin G'nin, bir MSS uyarıcısı olan pikrotoksin ile GABA'nın aynı reseptör bölgesine bağlandığı tespit edilmiştir [6]. Penisilin G'nin, serebrospinal sıvı (BOS) konsantrasyonundan bağımsız olarak en yüksek epileptojenik potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir [16]. Nöbet gelişimine yatkınlığı artıran risk faktörleri arasında önceden var olan MSS hastalıkları, böbrek yetmezliği ve kan-beyin bariyerinin (BBB) artan geçirgenliği bulunmaktadır [17]. Penisiline bağlı epileptik aktivite odaksal olarak başlar, ancak daha sonra yayılır ve jenaralize epilepsiye neden olur [18].

Metformin, tip 2 diyabet (T2D) için en yaygın kullanılan oral glukoz düşürücü bir ilaçtır [19, 20]. T2D'deki mevcut tedavi stratejileri, esas olarak mikro ve makro vasküler komplikasyonlarını yavaşlatmak için plazma glikozunu düşürmeye yöneliktir. 1950'de Stern ve arkadaşları, metforminin klinik yararlılığını keşfetmiş ve 1957'de T2D tedavisine sunmuşturlar.

Metformin, T2D için Amerikan Diyabet Derneği (ADA) ve Avrupa Diyabet Çalışmaları Derneği'nin (EASD) son tedavi kılavuzlarında birinci basamak ilaç olarak önerilmektedir [21]. Metformin (1,1-dimetilbiguanid), tip 2 diyabet tedavisi için birinci basamak bir ilaçtır ve özellikle normal böbrek fonksiyonu olan obez hastalar için klinik uygulamada oral hipoglisemik bir ilaç olarak kullanılır. Metformin, 1920 yılların başlarında, İngiliz bilim insanları tarafından özellikle keçilerin bol miktarda tükettiği keçisedefi (*Galega officinalis)* bitkisinin ekstratından elde edilen bir biguanid bileşiktir [22]. Metformin çeşitli dokularda mitokondriyal solunum zinciri 1'i inhibe ederek hücredeki enerjide geçici bir azalmaya sebep olmaktadır. Bunu hücredeki adenozin trifosfat (ATP) ve adenozin monofosfat (AMP) arasındaki dengeyi bozarak gerçekleştirmekte, AMP miktarının ATP'ye oranla artmasına sebep olmaktadır [23]. AMP'nin artışı hücresel enerjinin sensörü olan AMP ile aktive olan protein kinazı (AMPK) uyararak hücreye glukoz taşınmasını yoğunlaştırmaktadır. Ayrıca glukozun yeniden yapımı olan glukoneogenez olayını inhibe ederek hepatik glukoz çıkışını azaltmaktadır [24]. Metforminin antidiyabetik etkilerinin dışında, antiinflamatuar etkilerinin de olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalar, metforminin bu etkiyi AMPK'nın Nükleer Faktör Kappa B (NF-kB) üzerindeki inhibisyonu sonucu oluşturduğunu göstermektedir. Bu inhibisyon sonucu bazı makrofajların üretimleri azalmaktadır [25].

Bu çalışmada, sıçanlarda penisilinle oluşturulan epileptiform aktivite üzerinde metforminin intraperitonal enjeksiyonun etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Deney Hayvanları

Çalışmada, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Hakan Çetinsaya Deneysel ve Klinik Araştırma Merkezi'nden temin edilen ortalama ağırlıkları 200-260 g arasında 56 adet albino erkek Wistar sıçan kullanılmıştır. Bu merkezde hayvanlar 12 saat aydınlık 12 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmış ve 22 ± 4 °C'lik oda sıcaklığında 100-120 günlük olana kadar yetiştirilmiştir. Hayvanlar deneysel çalışmalar başlamadan 2 hafta önce araştırma merkezinden alınarak üçerli gruplar halinde saydam plastik kafeslere konularak Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Hayvan Fizyolojisi Laboratuvarına nakledilip kontrol altında tutulmuşlardır.

Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Uygulama Şekilleri

Penisilin G

Moleküler ağırlığı 372,48 gr/mol ve moleküler formülü $C_{16}H_{17}KN_2O_4S$, olan penisilinin sinonimi ise 4-Tia-1-azabisiklo (3.2.0) heptan-2-karboksilik asit, 3,3-dimetil-7-okso-6-(2-fenilasetamid)'dır. Epileptiform aktivite oluşturmak için Hamilton mikroenjektör ile hayvanların sol beyin korteksine (Bregma'dan 3 mm lateral, 2 mm posteriyor ve 2 mm ventral koordinatlarda) 500 ünite (IU) doz ve 2.5 µl hacimde intrakortikal (i.c.) yoldan penisilin uygulandı.

Deney Grupları

1. Grup Kontrol grubu (n=8 hayvan); Herhangi bir madde verilmeden en az 150 dakika kayıt alındı.

2. Grup Suni beyin-omurilik sıvısı (aCSF) grubu (n=8): aCSF 2.5 µl, i.c. yoldan verilerek en az120 dakika kayıt alındı.

3. Grup Penisilin (500 IU) grubu (n=8); 500 IU (2.5 µl i.c) penisilin uygulandıktan sonra en az 120 dakika kayıt alındı.

4. Grup 8. Grup Penisilin + 50 mg/kg metformin grubu (n=8); 500 IU penisilin uygulandıktan 30 dakika sonra 50 mg/kg metformin i.p., yoldan uygulanarak en az 120 dakika kayıt alındı.

5. Grup Penisilin + 100 mg/kg metformin grubu (n=8); 500 IU penisilin uygulandıktan 30 dakika sonra 100 mg/kg metformin i.p., yoldan uygulanarak en az 120 dakika kayıt alındı.

6. Grup Penisilin + 200 mg/kg metformin grubu (n=8); 500 IU penisilin uygulandıktan 30 dakika sonra 200 mg/kg metformin i.p., yoldan uygulanarak en az 120 dakika kayıt alındı.

7. Grup Penisilin + 400 mg/kg metformin grubu (n=8); 500 IU penisilin uygulandıktan 30 dakika sonra 400 mg/kg metformin i.p., yoldan uygulanarak en az 120 dakika kayıt alındı.

Cerrahi İşlem

Sıçanlar, cerrahi işlemler başlamadan 24 saat önce aç bırakıldı. İşlemler yapılmadan önce her birinin ağılıkları belirlenerek günlük hazırlanan 1.25 g/kg dozda ve intraperitoneal (i.p) yoldan üretan (%25 lik solüsyon) verilip anestezi altına alındı. Sıçanların kafa derileri bisturi ile orta hattan rostro-kaudal doğrultuda 3-4 cm uzunluğunda açıldı. Kafa kemiği üzerinde bulunan tendon ve fasyalar uzaklaştırıldı. Bu esnada meydana gelebilecek ufak kanamalar elektrokoter yardımı ile önlendi. Pozitif ve negatif vida elektrotlar için bregmaya referans alınarak sırasıyla 3 mm lateral, 4 mm anteriyor ve 3 mm lateral, 4 mm posteriyor koordinatları, penisilin enjeksiyonun uygulanabilmesi için bregmaya göre 3 mm lateral, 2 mm posteriyor ve 3,2 mm ventral koordinatları kullanılarak el matkabı yardımıyla kafatası kemiğinin sol tarafına delikler açıldı.

Elektrofizyolojik Kayıtlar

Cerrahi işlemler sonunda sıçanlar stereotaksik cihaza sabitlenerek pozitif ve negatif elektrotlar için açılan deliklere 1,2 mm x 2.5 mm x 2 mm ebatlarında elektrik akımına karşı geçirgen vidaların saatçi tip ince tornavida yardımıyla vidalaması yapıldı. Referans elektrot (topraklama için) ise kulak kepçesine tutturuldu. Elektrotlar ile alınan aktivite BioAmp (ADInstruments, Australia) arabiriminde yükseltilerek PowerLab 16/SP (ADInstruments, Australia) veri kazanım ünitesine online olarak aktarıldı. Beyin aktivitesi LabChart 7.1 (AD Instruments, Australia) yazılımı ile online olarak görüntülendi ve deney sonrası analiz için bilgisayara kaydedildi.

İstatistiksel Analiz

Deney gruplarından kaydedilen elektrofizyolojik kayıtlar LabChart 7.1 (AD Instruments, Avustralya) yazılımı ile birer dakikalık dilimlere ayrıldı. Bu yazılım ile dakika başına düşen spike sayısı ve spike'ların ortalama amplitüdleri (peak-to-peak) hesaplanarak rakamsal verilere dönüştürülüp SPSS v23.0 yazılımı kullanılarak istatistiksel açıdan değerlendirildi.

Normal dağılıma uyduğu için verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulandı. Gruplar arasındaki farklılığı belirlemek için Friedman Testi ve Wilcoxon Sıra Sayıları Testi uygulandı. Grafik ve metin içerisinde kullanılan deney gruplarına ait değerler ortalama ± standart hata (SEM) olarak ifade edildi. Testlerden elde edilen sonuçlara göre *p* değeri 0.05'in altında olan farklılıklar anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Penisilin ile oluşturulan Epileptiform Aktivitenin İncelenmesi

500 IU penisilin G intrakortikal olarak kortekse verildi. Enjeksiyondan 2 - 6 dakika sonra epileptiform aktivite başladı. Spike frekansı ve amplitüdün olgunlaşması için yaklaşık 30 dakikada beklendi ve bu aktivite yaklaşık 3-3,5 saat arası sürdü. Burada ortalama spike frekansı ve amplitüdü ortalama 37.5 spike/dk., 0.951 µV olarak belirlendi (Şekil 1, 2).

Metforminin Epileptiform Aktiviteye Etkisi

Penisilinin (500 IU) i.c. yoldan enjeksiyonundan 30 dk sonra 4 ayrı deney grubu oluşturuldu. Her gruba metformin sırasıyla; 50, 100, 200, 400 mg/kg dozlarda (i.p) uygulanarak epileptiform aktivite üzerine etkisi incelendi.

50 mg/kg Dozda Uygulanan Metforminin Epileptiform Aktiviteye Etkisi

Penisilinin (500 IU) i.c. yoldan enjeksiyonundan 30 dk sonra 50 mg/kg dozda (i.p) metformin uygulandı. 50 mg/kg doz metforminin epileptiform aktiviteye etkisinde spike frekansı 30., 40., 50., 60., 70., 80., 170., 180. dakikalarda 0. dakikada alınan ölçüm değerleri arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu dakikalarda alınan spike frekansı değerleri ortalama sırasıyla 27.016, 24.166, 22.483, 22.083, 24.683, 29.05, 22.333, 22.083 µV'dur (Şekil 1). Amplitüd değerlerinde ise sadece 180. dakikada, 0. dakikada alınan ölçüm değerleri arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. 180. dakikada ki amplitüd değeri ise ortalama 0.746 µV'dur (Şekil 2).

100 mg/kg Dozda Uygulanan Metforminin Epileptiform Aktiviteye Etkisi

Penisilinin (500 IU) i.c. yoldan enjeksiyonundan 30 dk sonra 100 mg/kg dozda (i.p) metformin uygulandı. 100 mg/kg doz metforminin epileptiform aktiviteye etkisinde spike frekansı 110., 120., 130., 140., 150., 160., 170., 180. dakikalarda 0. dakikada alınan ölçüm değerleri arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu dakikalarda alınan spike frekansı değerleri ortalama sırasıyla 24.741, 24.196, 22.796, 22.208, 19.308, 18.464, 18.543, 18.518 µV'dur (Şekil 1). Amplitüd değerlerinde ise kontrol grubuna göre istatiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Şekil 2).

200 mg/kg Dozda Uygulanan Metforminin Epileptiform Aktiviteye Etkisi

Penisilinin (500 IU) i.c. yoldan enjeksiyonundan 30 dk sonra 200 mg/kg dozda (i.p) metformin uygulandı. 200 mg/kg doz metforminin epileptiform aktiviteye etkisinde spike frekansı 30., 40., 50., 60., 110., 130., 140., 150., 160., 170. ve 180. dakikalarda 0. dakikada alınan ölçüm değerleri arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu dakikalarda alınan spike frekansı değerleri ortalama sırasıyla 30.84, 28, 25.92, 25.56, 20.4, 16.94, 16.78, 15.3, 15,02, 13.4, 13.59 µV'dur (Şekil 1). Amplitüd değerlerinde ise 80., 90., 100., 110., 120., 130., 140., 150., 160., 170. ve 180. dakikalarda 0. dakikada alınan ölçüm değerleri arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu dakikalarda alınan amplitüd değerleri ortalama sırasıyla 0.580, 0.581, 0.577, 0.578, 0.556, 0.541, 0.523, 0.511, 0.508, 0.451, 0.428 µV'dur (Şekil 2).

400 mg/kg Dozda Uygulanan Metforminin Epileptiform Aktiviteye Etkisi

Penisilinin (500 IU) i.c. yoldan enjeksiyonundan 30 dk sonra 400 mg/kg dozda (i.p) metformin uygulandı. Bu deney grubunda kayıt esnasında altı hayvan kaybı yaşanmıştır. Kalan iki hayvandan alınan kayıtlarda ise 400 mg/kg doz metforminin epileptiform aktiviteye etkisinde spike frekansında ve amplitüdlerinde kontrol grubuna göre istatiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (p>0,05), (Şekil 1, 2).

TARTIŞMA VE SONUÇ

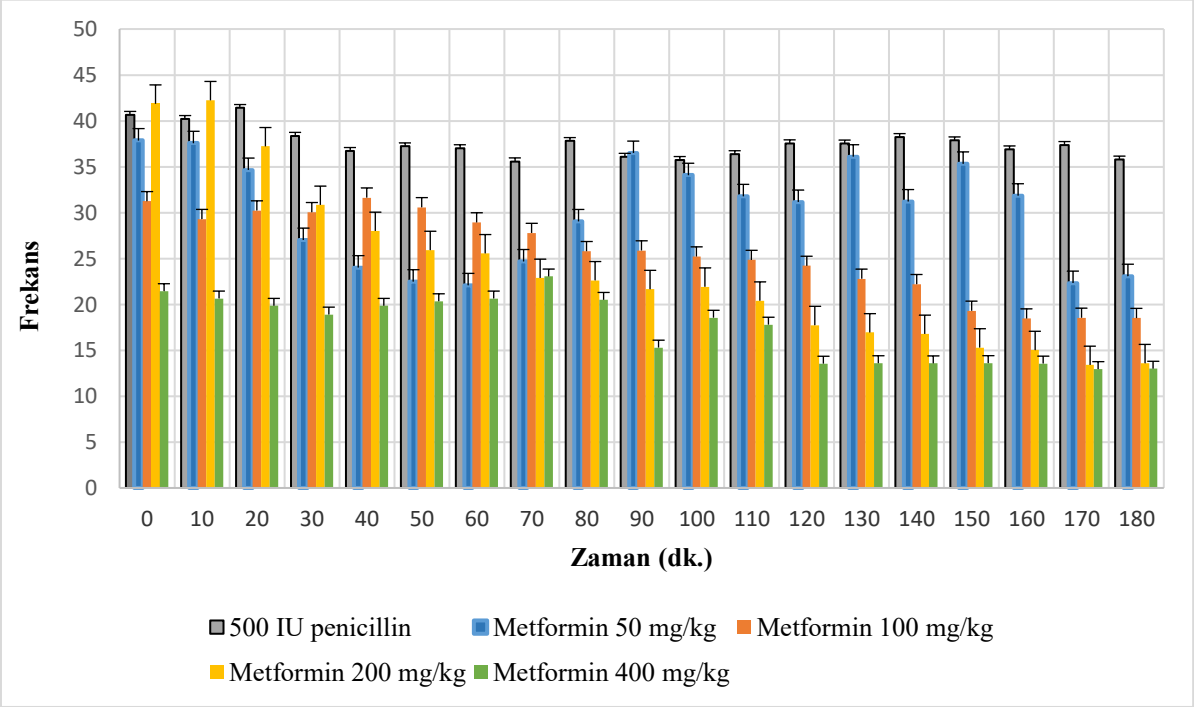
Epilepsi, doğrudan tanımlanmış herhangi bir nedenden kaynaklanmayan, tekrarlayan (iki veya daha fazla) epileptik nöbetlerle karakterize bir hastalıktır [26]. Epilepsinin dünya çapında yaklaşık 50 milyon kişiyi etkilemekte olduğu ve her yıl 2 milyon yeni epilepsi vakası görüldüğü tahmin edilmektedir. Gelişmiş ülkelerde, epilepsi hastalarında görülen mortalite oranı genel popülasyona kıyasla 2-3 kat daha fazladır. Vakaların en az % 50'si çocukluk ya da gençlik döneminde başlamaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise sağlık olanaklarındaki yetersizlikler ile sosyal damgalanma sebebi nedeniyle epilepsi hastalarının % 60 - % 90'ı tedavi görememektedir. Epilepsi hastalarının ortalama % 75'i uygun şekilde tedavi edilmeleri halinde normal bir yaşam sürdürebilmektedir [27]. Beghi [28] epilepsinin insidansının 100.000 kişi-yılbaşına 61.4 olduğunu ve insidansının düşük/orta gelirli ülkelerde (139.0), yüksek gelirli ülkelere (48.9) göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

İdeal bir epilepsi modeli, insan epilepsisinin kronik ve tekrarlayıcı doğasını yansıtmalıdır; bu nedenle nöbetlerin **kendiliğinden tekrarlayan** nitelikte olması esastır. Modelin, **insanlardaki nöbetlere benzer fenotipler** sergilemesi ve **EEG paternlerinin** ilgili epilepsi tipine ait karakteristik özellikleri taşıması gerekir. Son olarak, modelin farmakolojik testler için uygunluğu açısından, **nöbet sıklığının** ilaçların **akut ve kronik etkilerinin** güvenilir bir şekilde test edilmesine olanak tanıması zorunludur. Ancak tüm bu kriterleri karşılayan bir model bulunmamaktadır [18]. Kimyasal konvülzanlar, nöbetleri kolay ve hızlı bir şekilde tetiklemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Basit parsiyel (fokal) nöbetleri incelemek için en popüler yöntem, topikal bir kimyasal konvülsan uygulamasıdır. Penisiline emdirilmiş pamuğun sıçan korteksine uygulanması ile bölgesel olarak yerleştirilen elektrotlar, birkaç dakika içinde tekrarlayan interiktal spike'ları (insan spike'larına benzeyen) kaydettiği gözlemlenmiştir. Penisilin, GABAerjik inhibitör sistemi bloklayarak etki gösterir ve penisiline bağlı epileptik aktivite odaksal olarak başlar, ancak daha sonra yayılır ve yaygın epilepsiye neden olur. Bu bakımdan grand mal epilepsiye benzemektedir [18, 29, 30]. Çalışmamamızda penisilin enjeksiyonundan yaklaşık 30 dakika sonrasında epileptiform aktivitenin kararlı seviyeye ulaşması, çalışmamızın önceki çalışmalar ile uyum içerisinde olduğunu göstermektedir.

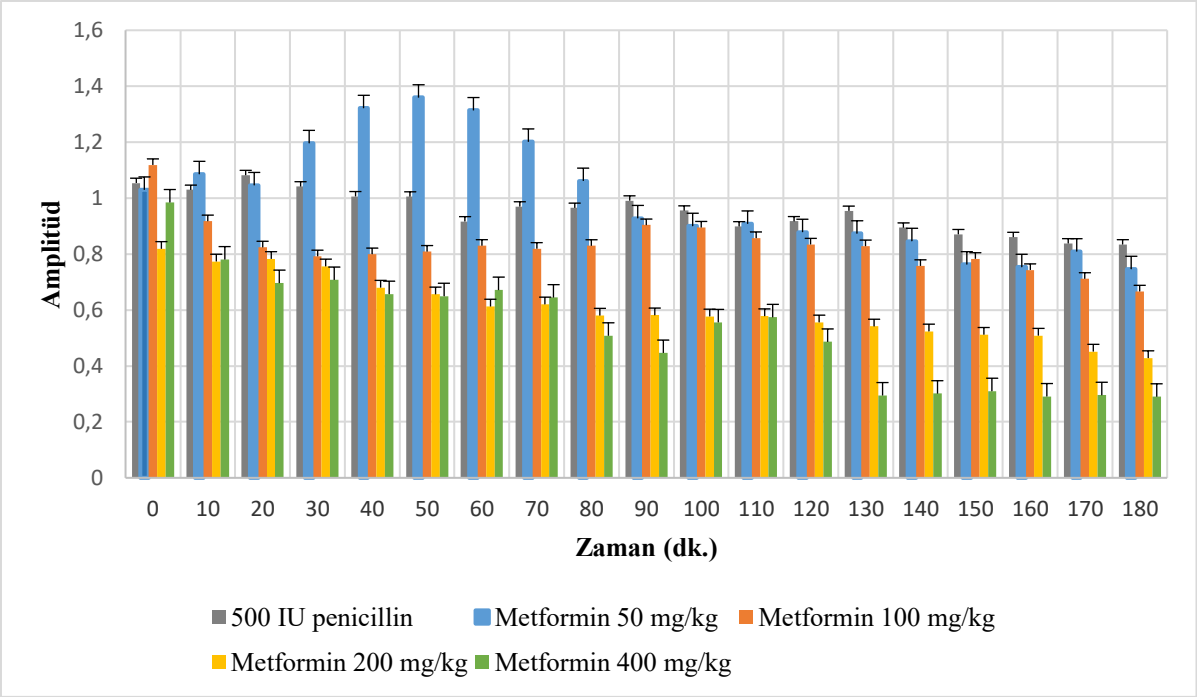
Farelerde tutuşma modeli epileptik nöbetlerde, metforminin nöbetler, bilişsel bozukluk ve beyin oksidatif stres belirteçleri üzerindeki iyileştirici etkilerini değerlendirmek amacıyla gün aşırı PTZ ile birlikte 200 mg / kg dozunda intraperitoneal olarak metformin enjekte edilmiş ve metforminin tutuşmanın ilerlemesini baskıladığını, bilişsel bozukluğu iyileştirdiğini ve beyin oksidatif stresi azalttığı bildirilmiştir [31]. Hussein ve ark. [32] 40 erkek albino sıçan üzerinden yapılan çalışmada gün aşırı PTZ ile oluşturulan epileptik nöbetlerde günlük 200 mg / kg dozunda i.p. metformin enjekte etmişlerdir. Çalışmada metformin, PTZ ile indüklenen nöbetleri önemli ölçüde iyileştirmiş, hipokampüs dokusunda malondialdehit (MDA) seviyelerinde önemli azalma, gulutatyon (GSH) seviyelerinde artış gözlemlemişlerdir.

Farelerde insüline dirençli diyabet ve obeziteyi indükleyen yüksek yağlı bir diyetin (HFD), pentilentetrazol (PTZ) tutuşmasının neden olduğu genel nöbetler geliştirme duyarlılığını artırıp artırmayacağının incelendiği çalışmada 300mg metformin 100 ml içme suyunda çözülerek bir doz 300 mg/kg/gün oral olarak verilmiştir. Metformin uygulanmayan grupta HFD'nin PTZ tutuşma modelinde nöbet gelişimine yatkınlık oluşturduğunu tespit edilmiş ve glikoz taşıyıcı-1 (GLUT-1) ekpresyon değerinde azalma ve glikoz taşıyıcı-3 (GLUT-3) ekpresyon değerinde az bir artış ile bağlantılı olduğu belirlenmiştir. Metformin gurubunda ise nöbetlerdeki iyileşmenin GLUT-1 ve GLUT-3 seviyelerinde normalleşme ile ilişkili olduğu bildirilmiştir [33].

Osornio ve ark. [34] PTZ tutuşma modelinde, hayvanların ağırlığına göre günlük kalori kısıtlamasına (CR) giderek (günlük kalori ihtiyacının % 15'i kısıtlayarak) beslemiş ve diyetle birlikte haftada 5 gün 100 mg/kg metformin oral olarak uygulamışlardır. CR ve metformin gurubunun jeneralize konvülsif nöbetleri üzerinde birçok koruyucu antikonvülsif etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.



Şekil 1. Penisilin ile 50, 100, 200, 400 mg/kg dozlarda uygulanan **metforminin** spike frekansının ortalaması



Şekil 2. Penisilin ile 50, 100, 200, 400 mg/kg dozlarda uygulanan **metforminin** amplitüd ortalaması

Temporal lob epilepsisinin pilokarpin modelinde spontan nöbetlerin kronik fazında metformin etkilerinin değerlendirildiği çalışmada metformin 5 gün süreyle 250 mg / kg / gün dozunda i.p. olarak enjekte edilmiştir. Metforminin nöbetlerin ilerlemesini güçlü bir şekilde azalttığını ve beyin kaynaklı nörotropik faktör (BDNF) ve reseptörü Tropomiyosin reseptör kinaz B'nin (TrkB) nöbetin neden olduğu aşırı ekspresyonunu bloke ettiğini bildirilmiştir [35]. Sıçanlarda bir başka temporal lob epilepsisi modeli çalışmasında metformin günlük oral olarak (200 mg/kg) kainik asidin intraserebroventriküler mikroenjeksiyonu ile nöbetler oluşturulmadan önce iki hafta önce verilmeye başlamıştır. İntrakraniyal elektroensefalografi (IEEG) kaydı ile nöbetler izlenmiş ve metforminin spontan nöbetleri bloke ettiği gözlemlenmiştir [36]. Diyabetik epileptik sıçanlarda 3 hafta boyunca oral olarak günlük 100 mg/kg metformin verildiğinde Moris su labirentinde (MWM) bilişsel işlevdeki bozukluğu iyileştirdiği ve nöbet skorunu düşürdüğü saptanmıştır [37].

Zihinsel engellilik ve otizm spektrum bozukluğunun en sık görülen kalıtsal şekli olan kırılgan X sendromu (FXS) hastası olan 2-7 yaşları arasında 9 çocuğa akşam yemekleri ile birlikte çeşitli dozlarda bir yıl boyunca metformin (sırasıyla 25 mg, 50 mg, 50 mg, 50 mg, 500 mg, 50 mg, 50 mg, 50 mg, 50 mg) verilmiştir. Metformin öncesi ve sonrasını değerlendirmeleri için ebeveynlerine toplamda 58 maddelik gelişim testleri verilmiştir. Testlerin değerlendirilmesi sonucu, hastaların çoğunda dil gelişimi ve davranışında (uyuşukluk ve stereotipi gibi) gelişmeler olduğu bildirilmiştir [38].

Yapılan bu çalışmada, 50, 100, 200, 400 mg/kg dozlarda (i.p) metformin uygulanan sıçanlarda; metformin 100 ve 200 mg/kg dozların epileptiform aktivite üzerine antikonvülsan etki gösterdiği belirlendi. 400 mg/kg doz metforminin sıçanlar üzerinde kararsız ve toksik bir etki yaptığı gözlemlendi. Literatürde genellikle PTZ modelinde yapılan çalışmalarda 100 mg / kg, 200 mg / kg ve 300 mg / kg etkin doz olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda metforminin etkin

dozunun 100 mg/kg olduğu belirlenerek literatürle penisilin modelinde de paralellik olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak oral antidiyabetik bir ilaç olan metforminin antiinflamatuar özellikleri yanında düşük dozlarda antikonvülzan özelliğe sahip olduğu sunulan çalışma ile gösterilmiştir. Ayrıca farklı nöbet modelleri kullanılarak metforminin etki mekanizmalarını ortaya çıkaracak ileri düzeyde moleküler çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Bowman, J., Dudek, E. and Spitz, M. (2001). Epilepsy, Encyclopedia of Life Sciences, Nature Publishing Group, London, United Kingdom,

2. Lee, K., Kim, N., Shim, J.O., Kim, G.H. (2021). Gut Bacterial Dysbiosis in Children with Intractable Epilepsy, Journal of Clinical Medicine, 10(1), 5. https://www.mdpi.com/2077-0383/10/1/5

3. Singh, A. and Trevick, S. (2016). The Epidemiology of Global Epilepsy, Neurologic Clinics, 34(4), 837-847. https://doi.org/10.1016/j.ncl.2016.06.015

4. Löscher, W. (2002). Animal Models Of Epilepsy For The Development Ofantiepileptogenic And Disease-Modifying Drugs. Acomparison of The Pharmacology of Kindling and Post-Statusepilepticus Models of Temporal Lobe epilepsy, Epilepsy Research, 50, 105-123. https://doi.org/10.1016/S0920-1211(02)00073-6

5. Rezaei, N.J., Bazzazi, A.M., Alavi, S.A.N. (2018) Neurotoxicity of the antibiotics: A comprehensive study. Neurology India, 66: 1732. https://doi.org/10.4103/0028-3886.246258

6. Sugimoto, M., Fukami, S., Kayakiri, H., Yamazaki, S., Matsuoka, N., Uchida, I., et al. (2002). The lactam antibiotics, penicillin-G and cefoselis have different mechanisms and sites of action at GABAA receptors. British Journal Pharmacology, 135: 427–32. https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0704496

7. Wallace, K.L. (1997). Antibiotic-induced convulsions. Critical Care Clinics, 13: 741–62.

8. Meldrum BS. (1989). GABAergic mechanisms in the pathogenesis and treatment of epilepsy. British Journal Clinical Pharmacol, 27(Suppl 1). 3S-11S.

9. Sutter, R., Rüegg, S., Tschudin-Sutter, S. (2015). Seizures as adverse events of antibiotic drugs: A systematic review. Neurology, 2015;85:1332–41. https://doi.org/10.1212/WNL0000000000002023

10. Barrons, R.W., Murray, K.M., Richey, R.M. (1992). Populations at risk for penicillin-induced seizures. Annals Pharmacother, 26: 26–9. https://doi.org/10.1177/106002809202600106

11. Chow, K.M., Hui, A.C., Szeto, C.C. (2005) Neurotoxicity induced by beta-lactam antibiotics: from bench to bedside. European Journal Clinical Microbiology Infectious

Diseases, 24: 649–53. https://doi.org/10.1007/s10096-005-0021-y

12. Vilaça, C.O., Orsini, M., Martello, R., Fiorelli, R., Afonso, C. (2018) Seizures Related to Antibiotic Use: Update. Biomedical Journal Scientific Technical Research, 4: 001–5. https://doi.org/10.26717/bjstr.2018.04.0001032

13. Sarro, A., Ammendola, D., Zappala, M., Grasso, S., Sarro, G.B. (1995). Relationship between structure and convulsant properties of some beta-lactam antibiotics following intracerebroventricular microinjection in rats. Antimicrobial Agents Chemotherapy, 39: 232–7. https://doi.org/10.1128/aac.39.1.232

14. Johnson, H.C., Walker, A.E. (1945). Intraventricular penicillin: a note of warning. JAMA 127: 217–9. https://doi.org/10.1001/jama.1945.92860040001007

15. Gutnick, M.J., Prince, D.A. (1971) Penicillinase and the convulsant action of penicillin. Neurology, 21: 759–64. https://doi.org/10.1212/wnl.21.7.759

16. Kolb, R., Gogolák, G., Huck, S., Jaschek, I., Stumpf, C. (1976). Neurotoxicity and CSF level of three penicillins. Archives Internationales Pharmacodynmie Therapie, 222: 149–56.

17. Lin, C.S., Cheng, C.J., Chou, C.H., Lin, C.S. (2007). Piperacillin/tazobactam-induced seizure rapidly reversed by high flux hemodialysis in a patient on peritoneal dialysis. American Journal Medical Sciences, 333(3): 181–4. https://doi.org/10.1097/MAJ.0b013e31803195e7

18. Akdogan, I. and Yonguc, N.G. (2011). Experimental Epilepsy Models and Morphologic Alterations of Experimental Epilepsy Models in Brain and Hippocampus, Underlying Mechanisms of Epilepsy, Kaneez, F.S. (Ed.), InTech.

19. García-Calzón, S., Perfilyev, A., Martinell, M., Ustinova, M., Kalamajski, S., Franks, P.W., Bacos, K., Elbere, I., Pihlajamäki, J., Volkov, P., Vaag, A., Groop, L., Maziarz, M., Klovins, J., Ahlqvist, E. and Ling, C. (2020). Epigenetic Markers Associated with Metformin Response and Intolerance in Drug-naïve Patients with Type 2 Diabetes, Science Translational Medicine, 12, eaaz1803.

20. Flory, J.H., Hennessy, S., Bailey, C.J. and Inzucchi, S.E. (2020). Reports of Lactic Acidosis Attributed to Metformin, 2015–2018, Diabetes Care, 43, 244-246. https://doi.org/10.2337/dc19-0923

21. Zhang, K., Yang, W., Dai, H. and Deng, Z. (2020). Cardiovascular risk following metformin treatment in patients with type 2 diabetes mellitus: Results from meta-analysis, Diabetes Research and Clinical Practice, 160, 108001. https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108001

22. Yang, X. Y., Du, G. H. (2018). Metformin. In: Natural Small Molecule Drugs from Plants. Springer, Singapore. pp. 761.

23. Topal, A. (2019). Metformin, ibuprofen ve asetilsalisilik asitin telomeraz enzim

aktivitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur.

24. Şahin, K. (2020). Metformin tedavisine eklenen probiyotik desteğinin; metforminin gastrointestinal yan etkileri ve hasta uyumu üzerine etkisi, Uzmanlık Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Antalya.

25. Kar, E. (2018). Ratlarda lipopolisakkarit(lps) ile indüklenen inflamasyonun kontrolünde, metformin ve fibroblast growth faktör 21 (fgf21)'in etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

26. Panayiotopoulos, C.P. (2005). The Epilepsies: Seizures, Syndromes and Management. Chapter 1, Clinical Aspects of the Diagnosis of Epileptic Seizures and Epileptic Syndromes. Oxfordshire (UK): Bladon Medical Publishing, pp. 542.

27. World Health Organization (WHO). URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/epilepsy, Son Erişim Tarihi: 06.01.2021.

28. Beghi, E. (2020). The Epidemiology of Epilepsy, Neuroepidemiology, 54(2),185-191. https://doi.org/10.1159/000503831

29. Marangoz, C. (1997). Deneysel epilepsi modelleri, O.M.Ü. Tıp dergisi, 14(3), 147-186.

30. Özkan, K. (2020). Experimental Epilepsy Models in Laboratory Animals, Izmir Democracy University Health Sciences Journal, 3(1), 38-51.

31. Zhao, R.R., Xu, X.C., Xu, F., Zhang, W.L., Zhang, W.L., Liu, L.M. and Wang, W.P. (2014). Metformin Protects Against Seizures, Learning and Memory Impairments and Oxidative Damage Induced by Pentylenetetrazole-induced Kindling in Mice, Biochemical and Biophysical Research Communications, 448(4), 414-417. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2014.04.130

32. Hussein, A.M., Eldosoky, M., El-Shafey, M., El-Mesery, M., Ali, A.N., Abbas, K.M. and Abulseoud, O.A. (2019). Effects of Metformin on Apoptosis and Alpha Synuclein in Rat Model of Pentylenetetrazole-induced Epilepsy, Canadian Journal of Physiology and Pharmacol, 97(1), 37-46. https://doi.org/10.1139/cjpp-2018-0266

33. Nesci, V., Russo, E., Arcidiacono, B., Citraro, R., Tallarico, M., Constanti, A., Brunetti, A., De Sarro, G., Leo, A. (2020). Metabolic Alterations Predispose to Seizure Development in High-Fat Diet-Treated Mice: the Role of Metformin. *Molecular Neurobiology,* 57(11), 4778–4789. https://doi.org/10.1007/s12035-020-02062-6

34. Osornio, M.C.R., Ramírez, V.C., Gámez, C.D., Tres, C.P., Aguilera, K.G.C. and Farfán, B.V.P. (2018). Metformin Plus Caloric Restriction Show Anti-epileptic Effects Mediated by mTOR Pathway Inhibition. Cellular and Molecular Neurobiology, 38, 1425–1438. https://doi.org/10.1007/s10571-018-0611-8

35. Mehrabi, S., Sanadgol, N., Barati, M., Shahbazi, A., Vahabzadeh, G., Barzroudi, M., Seifi, M., Gholipourmalekabadi, M. and Golab, F. (2018). Evaluation of metformin effects in the chronic phase of spontaneous seizures in pilocarpine model of temporal lobe epilepsy, Metabolic Brain Disease, 33, 107–114. https://doi.org/10.1007/s11011-017-0132-z

36. Vazifehkhah, S., Ali, M.K., Babae, J.F., Hashemi, P., Alireza, M.S.,, Nikbakht, F. (2020). Evaluation of the ameliorative effects of oral administration of metformin on epileptogenesis in the temporal lobe epilepsy model in rats, Life Sciences, 257, 118066. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2020.118066

37. Mohamed, M.A.E, Abdel-Rahman, R.F., Mahmoud, S.S., Khattab, M.M. and Safar, M.M. (2020). Metformin and trimetazidine ameliorate diabetes-induced cognitive impediment in status epileptic rats, Epilepsy & Behavior, 104(A), 106893. https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2019.106893

38. Biag, H.M.B., Potter, L.A., Wilkins, V., Afzal, S., Rosvall, A., Salcedo-Arellano, M.J., Rajaratnam, A., Manzano-Nunez, R., Schneider, A., Tassone, F., Rivera, S.M. and Hagerm, R.J. (2019). Metformin treatment in young children with fragile X syndrome, Molecular Genetics and Genomic Medicine, 7, e956. https://doi.org/10.1002/mgg3.956

TOPLUMSAL CİNSİYET PERSPEKTİFİNDEN TÜRKİYE'DE DİJİTAL EŞİTSİZLİK: EĞİTİM, GELİR VE İSTİHDAMIN ETKİSİ

Gizem ÇELEBİ
Öğr. Gör., İstanbul Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Çocuk Gelişimi Bölümü,
https://orcid.org/0009-0005-8075-1350
Halime SUVAY EKER
Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Gedik Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü,
https://orcid.org/0000-0001-5310-7627

ÖZET
Bu çalışmada, dijitalleşme süreçlerinde toplumsal cinsiyet temelli eşitsizliklerin nasıl şekillendiğini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Türkiye'de 2014-2024 yılları arasındaki dijital eşitsizlik, toplumsal cinsiyet perspektifinden ele alınarak, eğitim, yaş, işgücü durumu ve bölgesel farklılıklar bağlamında incelenmiştir. Betimsel istatistik yönteminin kullanıldığı araştırmada, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) Hanehalkı Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması'ndan elde edilen yıllık veriler analiz edilmiştir. Veri analizi sürecinde Python programlama dili ile pandas, matplotlib ve seaborn gibi kütüphaneler kullanılarak veriler temizlenmiş, analiz edilmiş ve görselleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, internet kullanım oranlarının tüm demografik gruplarda yıllar içinde arttığını, ancak cinsiyet ve bölgesel temelli dijital eşitsizliklerin devam ettiğini ortaya koymuştur. Marmara Bölgesi ve özellikle İstanbul, dijitalleşme açısından en yüksek oranlara sahipken, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde kadınların internet kullanım oranlarının erkeklere göre düşük olduğu belirlenmiştir. Eğitim seviyesi yükseldikçe dijital erişim oranlarının arttığı gözlemlenmiş, başta üniversite mezunları olmak üzere internet kullanımının neredeyse evrensel bir seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, düşük eğitim düzeyine sahip kadınların dijital erişim oranlarının hala oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Araştırma, dijital eşitsizliklerin yalnızca teknolojik erişimle değil, aynı zamanda toplumsal cinsiyet normları, eğitim düzeyi ve ekonomik koşullarla doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir. Kadınların dijitalleşme süreçlerine tam katılımını sağlamak için eğitim, dijital okuryazarlık ve kapsayıcı politikaların bir arada ele alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda, toplumsal cinsiyet eşitliğini temel alan dijitalleşme politikalarının uygulanması, dijital uçurumun azaltılmasında kritik bir rol oynayabilir.
Anahtar Kelimeler: Toplumsal Cinsiyet, Dijital Eşitsizlik, Eğitim, Gelir Düzeyi, İstihdam

* *Bu çalışma, yazarın İstatistik ve Veri Bilimi alanındaki yüksek lisans bitirme projesinden türetilmiştir.*

DIGITAL INEQUALITY IN TURKEY FROM A GENDER PERSPECTIVE: THE IMPACT OF EDUCATION, INCOME AND EMPLOYMENT

ABSTRACT

This study aims to reveal how gender-based inequalities are shaped in digitalization processes. To this end, digital inequality in Turkey between 2014 and 2024 was examined from a gender perspective, considering education, age, employment status, and regional differences. Using descriptive statistical methods, the study analyzed annual data obtained from the Turkish Statistical Institute's (TÜİK) Household Information Technology Usage Survey. During the data analysis process, the data was cleaned, analyzed, and visualized using the Python programming language and libraries such as pandas, matplotlib, and seaborn. The findings revealed that internet usage rates have increased over the years across all demographic groups, but gender and regional-based digital inequalities persist. While the Marmara Region, and Istanbul in particular, had the highest rates of digitalization, it was determined that internet usage rates among women in the Eastern and Southeastern Anatolia Regions were lower than those among men. It has been observed that digital access rates increase as education levels rise, and it has been determined that internet usage has reached an almost universal level, particularly among university graduates. However, it has been noted that digital access rates for women with low education levels remain quite limited. The research has shown that digital inequalities are directly related not only to technological access but also to gender norms, educational level, and economic conditions. It was concluded that education, digital literacy, and inclusive policies must be addressed together to ensure women's full participation in digitalization processes. In this regard, the implementation of digitalization policies based on gender equality can play a critical role in reducing the digital divide.

Keywords: Gender, Digital Inequality, Education, Income Level, Employm

GİRİŞ

Dijital eşitsizlik, en genel tanımıyla bilgisayar ve internete erişimi olan bireyler ile bu olanaklardan yoksun olanlar arasındaki farkları ifade eder (Chandler ve Munday, 2018). Bu eşitsizlik yalnızca teknolojik araçlara erişimle sınırlı olmayıp, dijital araçların etkin kullanımı ve bu teknolojilerden elde edilen faydaları da kapsamaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin günlük yaşamda giderek daha merkezi bir yer edinmesi, dijital eşitsizliği ekonomik, sosyal ve kültürel fırsatlara erişimde belirleyici bir unsur haline getirmektedir.

Dijital eşitsizlik, tarihsel ve toplumsal eşitsizliklerin dijital çağdaki yansımalarından biridir. Gelir, eğitim, yaş ve coğrafi konum gibi değişkenler bireylerin dijital teknolojilere erişimini ve bu teknolojilerden yararlanma kapasitesini doğrudan şekillendirmektedir (Ragnedda, 2020). Dijital eşitsizlik, toplumsal cinsiyet açısından daha da belirgin bir hal almaktadır. Araştırmalar, kadınların dijital teknolojilere erişim ve kullanım konusunda erkeklere göre çeşitli yapısal engellerle karşılaştığını göstermektedir (Hargittai, 2010; Wasserman ve Richmond-Abbott, 2005). TÜİK'in 2024 verilerine göre, kadınların internet kullanım oranları hala erkeklerin gerisindedir. Bu durum, dijital teknolojilerin sunduğu eğitim, istihdam ve sosyal katılım fırsatlarının kadınlar için sınırlı kalmasına yol açmakta ve dijital eşitsizliğin toplumsal cinsiyet boyutunun güçlendirilmesini gerektirmektedir.

YÖNTEM

Problemin Tanımı

Dijital eşitsizlik, bireylerin dijital araçlara erişim ve bu araçlardan faydalanma olanaklarındaki farklılıkları ifade etmektedir. Bu eşitsizlik, sadece erişim düzeyinde değil, kullanım kapasitesi

ve çevrimiçi fırsatlardan yararlanma biçimleri açısından da kendini göstermektedir (Hargittai, 2010). Toplumsal cinsiyet bağlamında dijital eşitsizlik, kadınların bilgi ve iletişim teknolojilerine erişim ve kullanımda erkeklere kıyasla daha dezavantajlı bir konumda bulunmasıyla ilişkilidir. TÜİK'in 2024 verileri, kadınların internet kullanım oranlarının halen erkeklerin gerisinde olduğunu ortaya koymakta; bu durum dijitalleşmenin sunduğu sosyal ve ekonomik fırsatların kadınlar için sınırlı kalmasına yol açmaktadır.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, Türkiye'de dijital eşitsizliğin toplumsal cinsiyet temelinde nasıl şekillendiğini incelemektir. Eğitim, gelir ve istihdam gibi sosyoekonomik faktörlerin kadınların dijital araçlara erişim ve kullanım düzeyleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma, dijitalleşmenin kadınların toplumsal yaşama katılımı üzerindeki etkilerine ışık tutmayı ve dijital eşitsizliği azaltmaya yönelik politikalara katkı sunmayı hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

• Dijital eşitsizlik, kadınların dijital araçlara erişimi ve kullanımı bağlamında nasıl tanımlanmaktadır?

• Dijital eşitsizliğin temel nedenleri toplumsal cinsiyet, eğitim, gelir ve istihdamla nasıl ilişkilidir?

Veri Seti

Araştırmada TÜİK'in 2014–2024 yılları arasında yayımladığı Hanehalkı Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması verileri kullanılmıştır. İnternet kullanım oranları; cinsiyet, bölge, yaş grupları, eğitim düzeyi ve işgücü durumu değişkenlerine göre analiz edilmiştir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışma yalnızca TÜİK'in HBTK (Hanehalkı Bilişim Teknolojileri) verileriyle sınırlıdır ve 2014–2024 dönemini kapsamaktadır. Veriler TÜİK'in yayınladığı verilerde "son üç ayda internet kullanımı" ölçütüne dayandığından, düzenli kullanım dışı çevrimiçi davranışlar kapsam dışı kalmıştır.

Yöntem

Araştırmada betimsel istatistiksel analiz yöntemi kullanılmıştır. Dijital erişim oranları yıllara göre karşılaştırılmış; cinsiyet, eğitim düzeyi, istihdam durumu ve bölgesel farklılıklar grafikler ve tablolar aracılığıyla değerlendirilmiştir. Veri işleme ve görselleştirme sürecinde Python programlama dili, pandas, matplotlib ve seaborn kütüphaneleri kullanılmıştır. Bulgular toplumsal cinsiyet perspektifinden yorumlanarak dijital eşitsizliklerin temel dinamikleri ortaya konmuştur.

BULGULAR

Türkiye'nin Bölgelerine Göre Bireylerin Cinsiyete Göre İnternet Erişim Oranlarının Karşılaştırılması

TÜİK'in 2014–2024 verileri, Türkiye'nin tüm bölgelerinde internet kullanımının düzenli olarak arttığını göstermektedir. Ancak artışa rağmen bölgesel ve toplumsal cinsiyet temelli dijital eşitsizlikler tamamen ortadan kalkmamıştır.

Marmara Bölgesi, dönem boyunca Türkiye'nin en yüksek internet kullanım oranlarına sahip olup her yıl Türkiye ortalamasının üzerinde seyretmiştir. İstanbul'da internet kullanımı 2014 yılında yaklaşık %64 iken 2024 yılına gelindiğinde %95 düzeyine ulaşmıştır. Kadınların internet kullanım oranı aynı dönemde %56'dan %93'e yükselmiş; cinsiyet farkı belirgin biçimde azalmış olsa da tamamen eşitlenmemiştir. Doğu ve Batı Marmara alt bölgelerinde de benzer bir artış eğilimi görülmüş, 2024 yılı itibarıyla kullanım oranları %86–91 aralığına yükselerek bölgenin genel olarak yüksek dijitalleşme düzeyini koruduğunu göstermiştir.

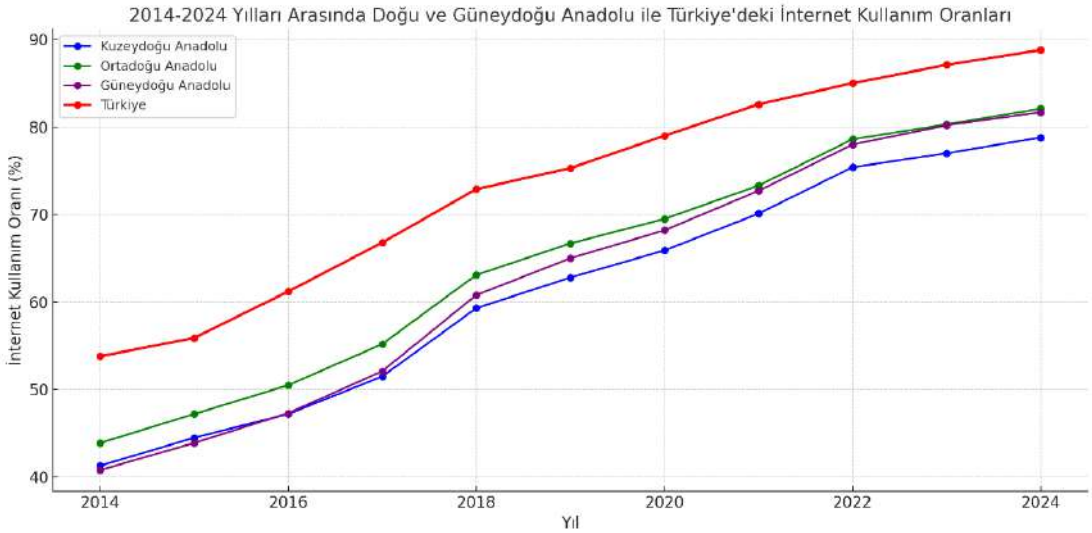
Karadeniz Bölgesi'nde internet kullanım oranları 2014–2024 döneminde düzenli bir artış göstermiştir. Batı Karadeniz'de kullanım oranı 2014'te yaklaşık %45 düzeyindeyken 2024 yılına gelindiğinde %83'e yükselmiştir. Doğu Karadeniz'de de benzer bir eğilim gözlenmiş; internet kullanımı aynı yıllar arasında %51'den %82'ye çıkmıştır. Her iki alt bölgede de

kadınların internet kullanım oranları erkeklerin altında seyretmekle birlikte, cinsiyet farkının yıllar içinde belirgin şekilde daraldığı görülmektedir. Bu durum, bölgenin genel dijitalleşme sürecinin toplumsal cinsiyet eşitsizliklerini tamamen ortadan kaldırmasa da önemli ölçüde azalttığını göstermektedir.

Ege ve Akdeniz Bölgelerinde internet kullanım oranları 2014–2024 yılları arasında istikrarlı bir artış göstermiştir. Ege Bölgesi'nde kullanım oranı 2014 yılında yaklaşık %55 iken 2024 yılında %88 düzeyine ulaşmıştır. Akdeniz Bölgesi'nde de benzer bir eğilim görülmüş ve internet kullanımı 2024 itibarıyla %53'ten %88,5 seviyesine çıkmıştır. Her iki bölgede de kadın ve erkek internet kullanım oranları arasındaki fark Türkiye genelinde en düşük seviyededir; 2024 yılında bu fark yalnızca %6–7 civarında gerçekleşmiş ve dijitalleşmenin bu bölgelerde daha kapsayıcı bir biçimde ilerlediğini göstermiştir.

İç Anadolu Bölgesi'nde internet kullanım oranları 2014–2024 döneminde düzenli bir artış göstermiştir. Orta Anadolu'da kullanım oranı bu yıllar arasında %51'den %85'e, Batı Anadolu'da ise %58'den %89'a yükselmiştir. Batı Anadolu, 2024 yılı itibarıyla Marmara Bölgesi'nden sonra Türkiye'nin en yüksek internet kullanım oranlarına sahip bölgesi haline gelmiştir. Cinsiyet bazında incelendiğinde, her iki alt bölgede de kadınların internet kullanım oranlarının erkeklerin gerisinde başladığı; ancak yıllar içinde farkın belirgin biçimde azaldığı görülmektedir. Orta Anadolu'da kadınların oranı 2014'te %38 iken 2024'te %82'ye; erkeklerin oranı ise aynı dönemde %64'ten %89,5'e yükselmiştir. Benzer şekilde Batı Anadolu'da kadınların internet kullanım oranı 2014'te %49 düzeyindeyken 2024'te %86,5'e; erkeklerin oranı ise %68'den %93,4'e çıkmıştır.

Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde internet kullanım oranları 2014–2024 yılları arasında belirgin bir artış göstermiş olsa da, bu bölgeler dönem boyunca Türkiye'nin en düşük başlangıç seviyelerine sahip bölgeleri olmuştur. (Şekil 1)



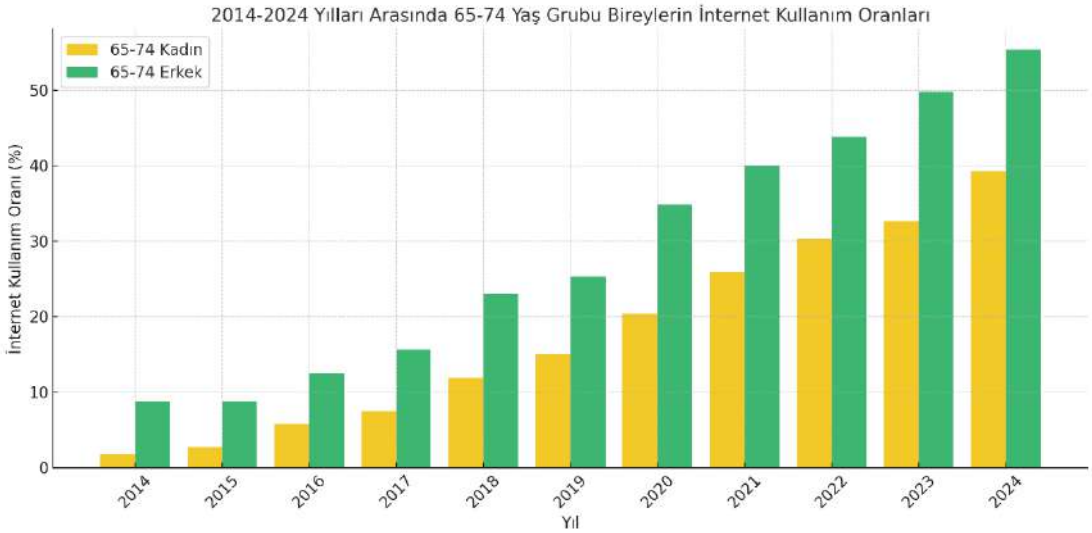
Şekil 1. 2014-2024 Yılları Arasında Doğu ve Güneydoğu Anadolu ile Türkiye'deki İnternet Kullanım Oranları

Şekil 1 incelendiğinde 2014 yılında Kuzeydoğu Anadolu'da internet kullanımı %40, Ortadoğu Anadolu'da %37, Güneydoğu Anadolu'da ise %39 düzeyindeyken; 2024 yılına gelindiğinde bu oranlar sırasıyla %79, %80 ve %86 seviyelerine yükselmiştir. Cinsiyet dağılımı incelendiğinde, kadınların tüm alt bölgelerde erkeklerin oldukça gerisinde başladığı görülmektedir. 2014 yılında kadınların kullanım oranı Kuzeydoğu Anadolu'da %28, Ortadoğu Anadolu'da %24, Güneydoğu Anadolu'da ise %28 düzeyindeyken; 2024 yılına gelindiğinde sırasıyla %71, %74 ve %82 seviyelerine ulaşmıştır. Ancak 2024 itibarıyla dahi erkeklerin kullanım oranları üç bölgede de %86–90 aralığında seyretmekte ve kadınlarla aralarında %8–10 civarı bir fark

devam etmektedir. Bu bulgular, bölgedeki dijitalleşmenin güçlü bir artış gösterdiğini ancak toplumsal cinsiyet temelli dijital uçurumun Türkiye'nin diğer bölgelerine kıyasla en belirgin biçimde burada sürdüğünü ortaya koymaktadır.

Cinsiyete ve Yaşa Göre Dijital Erişim

TÜİK'in 2014–2024 verileri, internet kullanım oranlarının tüm yaş gruplarında belirgin biçimde arttığını ancak cinsiyet temelli farkların yaş ilerledikçe daha görünür hale geldiğini göstermektedir. Genç yaş gruplarında (16–24 ve 25–34), kadın ve erkek internet kullanım oranları yıllar içinde neredeyse eşitlenmiş; 2024 yılı itibarıyla her iki cinsiyette de kullanım oranları %95'in üzerine çıkmıştır. Orta yaş gruplarında (35–44 ve 45–54) kadınların başlangıç seviyesinin daha düşük olmasına rağmen, 10 yıl içinde hızlı bir artış gerçekleşmiş ve cinsiyet farkı büyük ölçüde azalmıştır. Ancak 55 yaş ve üzerindeki gruplarda, özellikle 65–74 yaş grubunda dijital eşitsizlik belirginliğini korumaktadır. Şekil 2'ye bakıldığında 2014 yılında erkeklerde yalnızca %8,8, kadınlarda ise %1,8 olan internet kullanım oranı, 2024 yılına gelindiğinde erkeklerde %55,3'e, kadınlarda ise %39,3'e yükselmiştir. Bu bulgu, yaş ilerledikçe kadınların dijitalleşme sürecine daha sınırlı biçimde katıldığını ve cinsiyet temelli dijital uçurumun özellikle ileri yaşlarda sürdüğünü göstermektedir.



Şekil 2. 2014–2024 Yılları Arasında 65–74 Yaş Grubunda İnternet Kullanım Oranları

Eğitim Seviyesine Göre Dijital Erişim

TÜİK'in 2014–2024 verileri, eğitim düzeyinin dijital erişimin en güçlü belirleyicilerinden biri olduğunu göstermektedir. Bir okul bitirmeyen bireylerde internet kullanımı 2014 yılında yalnızca %3,2 iken 2024'te %39'a yükselmiştir; bu grupta 2024 yılında erkeklerin oranı %43, kadınların oranı %38 olup cinsiyet farkı belirginliğini korumaktadır. İlkokul mezunlarında kullanım oranı 2014'te erkeklerde %28, kadınlarda %17 iken 2024'te sırasıyla %78 ve %76 düzeyine yükselmiştir. Ortaokul/ilköğretim mezunlarında da benzer bir eğilim görülmüş; kullanım 2014 yılında erkeklerde %69, kadınlarda %58 düzeyindeyken 2024 itibarıyla erkeklerde %94,6, kadınlarda %93,3 seviyesine ulaşmıştır.

Daha yüksek eğitim düzeylerinde ise dijital erişim çok daha yaygın olup cinsiyet farkı büyük ölçüde kapanmıştır. Lise mezunlarında internet kullanımı 2014 yılında erkeklerde %81, kadınlarda %76 düzeyindeyken 2024 yılına gelindiğinde erkeklerde %97,2'ye, kadınlarda ise %98,2'ye yükselmiştir. Bu artış, lise düzeyinde cinsiyet farkının neredeyse tamamen ortadan kalktığını göstermektedir. Üniversite ve lisansüstü mezunlarında ise kullanım oranı 2024 yılı itibarıyla hem erkeklerde hem kadınlarda %99,4 seviyesine ulaşmış ve bu eğitim grubunda cinsiyete dayalı belirgin bir dijital eşitsizlik kalmadığını ortaya koymuştur.

Bu bulgular, düşük eğitim seviyelerinde hem genel kullanımın düşük olduğunu hem de cinsiyet farkının daha belirgin biçimde sürdüğünü; buna karşın lise ve özellikle üniversite mezunlarında kadın ve erkeklerin dijital erişiminin neredeyse tamamen eşitlendiğini ortaya koymaktadır.

Cinsiyete ve İşgücü Durumuna Göre Dijital Erişim

TÜİK'in 2014–2024 verileri, internet kullanımının tüm işgücü kategorilerinde arttığını, ancak dijital erişimin iş yaşamına katılım ve toplumsal cinsiyet rollerinden doğrudan etkilendiğini göstermektedir. İşgücüne dahil olan gruplarda, ücretli çalışan ve işveren kadınların internet kullanım oranları hızlı bir artış göstererek 2024 yılına gelindiğinde neredeyse erkeklerle eşitlenmiş; özellikle işveren kadınların dijitalleşme oranları 2021'den itibaren %100 seviyesine ulaşmıştır. Buna karşın, kayıt dışı, güvencesiz ve görünmez emek biçimlerinden biri olan ücretsiz aile işçiliğinde kadınlar erkeklere kıyasla belirgin biçimde dezavantajlıdır. 2014'te ücretsiz aile işçisi kadınların internet kullanım oranı yalnızca %11 iken bu oran 2024'te %72'ye yükselmiş olsa da, erkeklerin 2024'teki %82 düzeyinin gerisinde kalmıştır. Dijital eşitsizliğin en görünür olduğu bir diğer grup ise işgücüne dahil olmayan ve ev içi bakım emeği üstlenen kadınlardır. Ev içi bakım yükünün ağırlığı, kadınların dijital araçlarla etkileşim kurabileceği zamanı ve erişim kapasitesini sınırlamakta; bu durum dijital uçurumu yapısal toplumsal cinsiyet rollerinin bir uzantısı olarak yeniden üretmektedir. Buna karşın eğitime devam eden bireylerde kadın ve erkek oranlarının 2024 itibarıyla neredeyse %100'e ulaşması, dijitalleşmenin genç kuşaklar arasında çok daha kapsayıcı şekilde ilerlediğini göstermektedir. Genel olarak, işgücü statüsü ve bakım emeğinin dağılımı, dijital erişim eşitsizliğinin toplumsal cinsiyet bağlamında nasıl şekillendiğini güçlü biçimde ortaya koymaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye'de 2014–2024 yılları arasında internet kullanımının bölgelere, cinsiyete, yaş gruplarına, eğitim düzeyine ve işgücü durumuna göre nasıl farklılaştığı incelenmiş ve dijitalleşmenin toplumsal cinsiyet bağlamındaki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, Türkiye'de dijital erişimin genel olarak artmasına rağmen, eşitsizliklerin hem bölgesel hem de sosyoekonomik eksende devam ettiğini göstermektedir. Özellikle Marmara gibi yüksek eğitim ve gelir düzeyine sahip bölgelerde dijitalleşmenin hızla yaygınlaştığı; buna karşın Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da hem bölgesel hem de toplumsal cinsiyet temelli dijital uçurumun daha belirgin biçimde sürdüğü görülmüştür. Eğitim düzeyi yükseldikçe kadın–erkek arasında dijital erişim farklarının daralması, eğitimin dijital kapsayıcılık açısından dönüştürücü bir güç olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, düşük eğitim seviyesine sahip kadınlar, ücretsiz aile işçileri ve ileri yaş grupları hala dijital erişimde en kırılgan gruplar olarak öne çıkmaktadır. Bu eşitsizlikler yalnızca fiziksel erişimle sınırlı değildir. Banet-Weiser (2018), Mendes–Ringrose–Keller (2019) ve Tufekci (2017) gibi çalışmalarda vurgulandığı üzere, dijital alan görünürde herkese açık olsa da algoritmik süreçler var olan toplumsal eşitsizlikleri yeniden üretme eğilimindedir.

Algoritmaların popülerliği, etkileşimi ve normatif kullanıcı davranışlarını ödüllendiren yapısı; orta sınıf, şehirli ve çoğunlukla erkek veya "makbul kadınlık" kategorilerine yakın içerikleri daha görünür kılmakta, dezavantajlı grupların dijital görünürlüğünü sınırlamaktadır. Bu durum, Türkiye'de özellikle düşük eğitim seviyesine sahip kadınların hem erişimde hem de çevrimiçi görünürlükte çifte dezavantaj yaşadığını göstermektedir. Dolayısıyla, dijital uçurumu kapatmak sadece erişim sağlamakla değil, algoritmik eşitsizliği azaltacak politikalar geliştirmekle de mümkündür.

Bu bağlamda dijital eşitsizliği tek bir "erişim sorunu" olarak değil, çok katmanlı bir eşitsizlik kapısı olarak düşünmek gerekir. Bu kapıdan geçen bireyler yalnızca dijital dünyaya erişmiş olmaz; aynı zamanda algoritmaların görünürlük ve tercih mantığıyla şekillenen yeni bir rekabet alanına adım atarlar. Dolayısıyla kapının eşiğini aşmak, eşitsizliği ortadan kaldırmak yerine çoğu zaman onu başka bir biçimde yeniden üretir: fiziksel erişim engelleri azalırken, bu kez algoritmik eşitsizlikler, etkileşim ekonomisi ve popülerlik mantığı dezavantajlı grupları geride

bırakabilir. Bu nedenle dijital eşitliği sağlamak için, kapıyı açmak kadar kapının ardındaki yapısal ve algoritmik düzenin de adil hale getirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Banet-Weiser, S. (2018). Empowered: Popular feminism and popular misogyny. Duke University Press.
- Chandler, D. ve Munday, R. (2018). Medya ve İletişim Sözlüğü. (Çev. Babacan Taşdemir), Ankara: İletişim Yayınları
- Hargittai, E. (2010). Digital na(t)ives? Variation in internet skills and uses among members of the 'net generation'. Sociological Inquiry, 80(1), 92–113.
- Mendes, K., Ringrose, J., & Keller, J. (2019). Digital feminist activism: Girls and women fight back against rape culture. Oxford University Press.
- Ragnedda, M. (2020). Enhancing digital equity: connecting the digital underclass. London, UK: Palgrave Macmillan.
- Tufekci, Z. (2017). Twitter and tear gas: The power and fragility of networked protest. Yale University Press.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2014–2024). Hanehalkı bilişim teknolojileri kullanım araştırması [Veri seti]. https://data.tuik.gov.tr
- Wasserman, I., & Richmond-Abbott, M. (2005). Gender and the Internet: Causes of variation in access, level, and scope of use. Social Science Quarterly, 86(1), 252–270.

KIYI KENTLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR MEKANSAL YAKLAŞIMLAR: MERSİN ÖRNEĞİ

Gülçin GÜNDÜZ
Toros Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık, Uray Kampüsü
ORCID: 0000-0003-1783-8611

ÖZET

Günümüz kentlerinde hızla artan nüfus, kentleşme baskısı ve çevresel sorunlar, yaşam kalitesini doğrudan etkileyen mekânsal sürdürülebilirlik kavramını ön plana çıkarmaktadır. "Yaşanabilir Mekanlar" teması, yalnızca fiziksel çevrenin değil, sosyal, ekolojik ve ekonomik boyutların bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını gerektirir. Bu çalışma, Mersin kentinin mekânsal yapısı üzerinden sürdürülebilirlik ilkelerini incelemekte; Mersin Limanı, Mersin Marina ve kentsel ölçekte öne çıkan yeşil bina örnekleri üzerinden yaşanabilir mekân kavramını değerlendirmektedir.

Araştırma, kentteki farklı ölçeklerdeki yapı ve alanların sürdürülebilirlik kriterleri doğrultusunda incelenmesiyle, mekânsal verimlilik, enerji kullanımı, yeşil alan entegrasyonu ve sosyal etkileşim alanları gibi parametreleri analiz etmektedir. Mersin'in kıyı kimliği ve iklimsel özellikleriyle şekillenen bu mekânlarda, sürdürülebilir tasarım ilkelerinin ne ölçüde uygulandığı ve kullanıcı deneyimine nasıl yansıdığı tartışılmaktadır.

Sonuç olarak, Mersin örneği, yaşanabilir mekânların oluşturulmasında çevresel duyarlılığın, mimari tasarımın ve kent politikalarının bütünleşik bir biçimde ele alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çalışma, gelecekteki kentsel gelişim ve dönüşüm süreçleri için sürdürülebilirlik odaklı tasarım stratejilerine ışık tutmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaşanabilir Mekanlar, Sürdürülebilirlik, Mersin Limanı, Mersin Marina, Yeşil Binalar, Mekânsal Verimlilik

SUSTAINABLE SPATIAL APPROACHES IN COASTAL CITIES: THE EXAMPLE OF MERSIN

ABSTRACT

In today's cities, the rapidly increasing population, urbanization pressures, and environmental problems, which directly impact quality of life, bring the concept of spatial sustainability to the forefront. The theme of "Livable Spaces" requires a holistic approach to address not only the physical environment but also social, ecological, and economic dimensions. This study examines sustainability principles through the spatial structure of Mersin and evaluates the concept of livable space through examples of Mersin Port, Mersin Marina, and prominent green buildings at the urban scale.

The research examines structures and spaces at different scales in the city in line with sustainability criteria, analyzing parameters such as spatial efficiency, energy use, green space integration, and social interaction areas. The extent to which sustainable design principles are implemented in these spaces, shaped by Mersin's coastal identity and climatic characteristics, and how they are reflected in user experience are discussed.

Consequently, the Mersin example demonstrates the necessity of an integrated approach to environmental awareness, architectural design, and urban policies in the creation of livable

spaces. In this context, the study aims to shed light on sustainability-focused design strategies for future urban development and transformation processes.

Keywords: Livable Spaces, Sustainability, Mersin Port, Mersin Marina, Green Buildings, Spatial Efficiency

GİRİŞ

Kıyı kentleri, doğal çevre ile insan yerleşimleri arasındaki etkileşimin en yoğun biçimde yaşandığı alanlardır. Bu bölgeler; ekolojik değerleri, ekonomik potansiyelleri ve sosyal çekicilikleri nedeniyle sürekli bir nüfus baskısı altındadır. Ancak artan kentleşme, turizm ve sanayi faaliyetleri, kıyı ekosistemlerinde geri dönülmesi güç çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir mekânsal planlama yaklaşımları, kıyı kentlerinin geleceğini biçimlendiren temel stratejilerden biri haline gelmiştir.

Sürdürülebilir mekânsal yaklaşımlar; çevresel koruma, ekonomik verimlilik ve toplumsal yaşam kalitesi arasında denge kurmayı amaçlar. Bu yaklaşımlar, doğal kıyı sistemlerinin korunmasını, kamusal erişilebilirliğin sürdürülmesini ve kent-kıyı bütünleşmesinin güçlendirilmesini hedefler. Mersin kenti, Akdeniz kıyısında sahip olduğu uzun sahil şeridi, liman faaliyetleri ve hızlı kentleşme dinamikleriyle bu konuda önemli bir örnek oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Mersin özelinde sürdürülebilir mekânsal planlama yaklaşımları irdelenerek, kıyı kentlerinin geleceğe yönelik planlama stratejileri tartışılacaktır.

ARAŞTIRMA

1. İnsan ve Çevre İlişkisi

İnsan-çevre etkileşimi, insanın da geçirdiği evrime bağlı olarak bakıldığında, insan başlangıçta çevre karşısında güçsüz olup çevreye karşı bağımlı durumdadır. Ancak zamanla insan-çevre ilişkisi, insanın çevreyi denetleme ve hatta çevre üzerinde egemen olma yönünde gelişmiştir. Başka bir deyişle, insan başlangıçta doğa karşısında aciz ve doğaya bağımlı bir yaşam sürerken, zamanla ürettiği kültür ve teknoloji ile doğaya egemen konuma gelmiştir. Ancak insan ve çevre arasındaki ilişki, modern endüstri toplumu döneminde insanı merkeze alan, çevreyi dışlayan ve ekolojik dengeyi telafisi mümkün olamayacak düzeyde tahrip eden bir ilişkiye dönüşmüştür (Özerkmen, 2002: 170, 182).

Şekil 1. İnsan-Çevre İlişkisi Diagramı

Kaynak: Diagram yazar tarafından 23.03.2024 tarihinde oluşturulmuştur.

2. İç Mimarlık Disiplininde İnsan ve Çevre İlişkisi

2.1. İnsan Odaklı Tasarım

İç mimarlık, mekânları sadece estetik değil **kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun** şekilde planlamayı hedefler. Bu da çevrenin, yani iç mekânın insan üzerinde nasıl bir etki yarattığını anlamayı gerektirir.

- Konfor (ergonomi, ışık, ses, hava kalitesi)
- Sağlık (doğal malzeme kullanımı, havalandırma)
- Güvenlik (mekânsal düzenleme, acil çıkışlar)

2.2. Sürdürülebilirlik ve Doğal Çevre

İç mekân tasarımında doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir malzemelerin kullanılması, çevresel etkiyi azaltır. İnsanlar doğaya saygılı mekânlarda daha huzurlu hisseder.

- Geri dönüştürülebilir malzemeler
- Enerji verimliliği
- Doğal ışık ve havalandırma kullanımı

2.3. Psikolojik ve Sosyal Etki

İç mekânın atmosferi insanın ruh halini etkiler. Renkler, doku, ışık ve düzen gibi unsurlar kullanıcının psikolojisini doğrudan etkiler.

- Renklerin duygu üzerindeki etkisi
- Açık/dar mekânların psikolojideki yeri
- Sosyal etkileşim alanları yaratmak (örneğin ortak çalışma alanları)

2.4. Kültürel ve Sosyal Çevreye Uyum

- Tasarımın kültürel bağlamla uyumlu olması, kullanıcının mekânda aidiyet hissetmesini sağlar. Toplumsal değerler ve yaşam biçimleri, tasarımı yönlendirir.
- Geleneksel motiflerin modern yorumu
- Toplumun yaşama alışkanlıklarına göre düzenleme

İç mimarlıkta insan ve çevre ilişkisi, sadece fiziksel bir etkileşim değil, aynı zamanda duygusal, kültürel ve ekolojik bir bağdır. Bu nedenle başarılı bir iç mimari proje, insanı merkezine alan ve çevresiyle dengeli bir ilişki kuran projedir.
Tüm bu etkileşim iç mimarlık disiplininde yaşanabilir mekanların yaratılmasına olanak sağlamaktadır.

3.Yaşanabilir Mekanlar

"Yaşanabilirlik", bir mekânın veya çevrenin insanların fiziksel, psikolojik ve sosyal ihtiyaçlarını karşılayacak niteliklere sahip olması durumudur. Başka bir deyişle, bir yerin rahat, güvenli, sağlıklı, işlevsel ve insan dostu olmasıdır.

Tabo 1. Yaşanabilir mekanların özellikleri

İşlevsellik
• Kullanıcının ihtiyaçlarına cevap verir.
• Alanlar doğru şekilde bölünmüş ve planlanmıştır.
• Erişilebilir ve kullanımı kolaydır.
Fiziksel Konfor
• Doğal ışık ve havalandırma sağlanır.
• Isı, nem ve ses düzeyi dengelidir.
• Ergonomik tasarım unsurları barındırır.
Estetik ve Kimlik
• Görsel olarak tatmin edici, karakterli bir mekândır.
• Kullanıcının kişisel zevkini ve kimliğini yansıtır.
• Malzeme, renk ve doku uyumu gözetilir.
Güvenlik ve Sağlık
• Yapısal güvenliği sağlamdır.
• Toksik olmayan, sağlıklı malzemeler kullanılmıştır.
• Acil durumlara karşı önlemler düşünülmüştür.
Sosyal Uyum ve İletişim
• Toplumsal etkileşimi teşvik eden alanlar sunar (ortak alanlar, oturma düzenleri vs.)
• Mahremiyet ve sosyallik arasında denge kurar.
Sürdürülebilirlik
• Doğayla uyumludur.
• Enerji verimliliği ve çevreci malzeme kullanımı içerir.
• Uzun ömürlü ve yeniden değerlendirilebilir çözümler içerir.

Kaynak: Tablo yazar tarafından 04.05.2024 tarihinde oluşturulmuştur.

BULGULAR

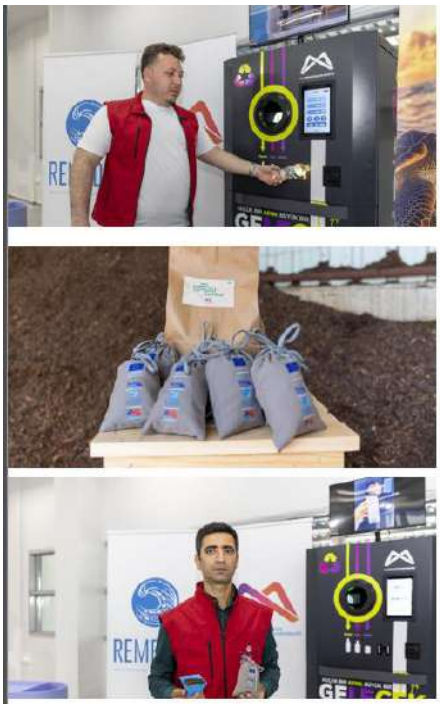
4. Mersin'de Yaşanabilirlik ve Sürdürülebilirlik Yaklaşımları Açısından Mimarlık Disiplinine Yönelik Örnekler

- Mersin Büyükşehir Belediyesi, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında "***Mersin Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)"*** hazırlanması projesi Haziran 2022 tarihinde TÜBİTAK-MAM kurumu ile yürütülmeye başlanmıştır.

Eylem planının temel amacı, mevcut ulusal ve yerel iklim politikaları ve stratejik belgeler ile meteorolojik ve iklimsel veri setleri, ilgili veri setleri gibi çeşitli alanlara ilişkin tarihsel ve öngörülen veri setlerini dikkate alarak Mersin kenti için SECAP hazırlamaktır.

- Mersin Büyükşehir Belediyesi Sıfır Atık Projesi

Amaçlanan; atık tesislerinde çöpten elektrik enerjisi üretimi, kompost üretim tesisinde gıdaların doğaya faydalı komposta dönüştürülmesi, Büyükşehir'in tüm kenti ilgilendiren başlıca önemli atık yönetimi projeleriyken; AB tarafından finanse edilen REMEDIES-2 programı kapsamında hibe alan 'Plastiksiz Mersin Sahilleri için Birleşiyoruz' projesi ise Mersin'de sıfır atık konusuna bir yenilik getirmiştir.



Şekil 2. Mercan 100. Yıl İklim ve Çevre Bilim Merkezi Akıllı Otomat

Kaynak: Mersin Büyükşehir Belediyesi

Proje kapsamında; Adnan Menderes sahil şeridi boyunca belirlenen pilot alanlara 6 adet içme suyu çeşmesi ve 6 adet plastik toplama kumbarası yerleştirilerek, vatandaşların plastik kullanımının azaltılması ve atık oluşumunun önlenmesi hedefleniyor. Bu proje kapsamında; Büyükşehir birimlerinde ve Mercan 100. Yıl İklim ve Çevre Bilim Merkezi'nde pet şişe toplama kampanyası da beraber yürütülüyor. Mercan'a kurulan **'Akıllı Otomat'** ise ziyarete gelen öğrencilerin hem projeyi tanımasını hem de elindeki plastikleri atarak projeye katkı sağlamasını sağlıyor. Büyükşehir bu projeyle; sadece denizleri ve sahilleri plastik atıklardan arındırmakla kalmayacak, aynı zamanda atık yönetimini sürdürülebilir bir modele dönüştürecek.

- Kent Konseyi ve ODTÜ'den Sürdürülebilir Şehircilik İçin İş birliği 2023
- Mersin Kent Konseyi Başkanı Ayferi Tuğcu, ODTÜ İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü Prof. Dr. Barış Salihoğlu, protokol imzalanmıştır.
- Amaçlanan; "İlk prensibimiz ve odağımız, Mersin'in iklim dostu bir şehir olması sebebiyle, sürdürülebilir şehircilik ilkelerine uygun fikirlerin ve stratejilerin geliştirilebilmesi için Kent Konseyi'ne bu alanda iş birliğiyle destekli birlikte ilerlememiz olacak. İkincisi ise; Mersin bir deniz şehri, ancak denizlerinden arzu edilen en optimum seviyede faydalanamıyoruz. Bununla birlikte deniz ekosistemini de yeterince korumuyoruz. Yapılan protokolde, bu çalışmalara da odaklanıyoruz. Bu bağlamda Kent Konseyi ile iş birliği çerçevesinde çalışmalarımıza son halini vereceğiz".
- MTSO 2025 Sürdürülebilirlik Zirvesi

- Etkinlik; çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik alanlarında kapsamlı bir buluşma ortamı sunacaktır. Etkinlik kapsamında karbon ayak izinin azaltılması, enerji verimliliği, güncel regülasyonlar, Türkiye'nin sürdürülebilirlik hedefleri ve Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi kritik konular ele alınacak; uzman konuşmacılar, bilgi ve deneyimlerini paylaşarak sektörler arası iş birliğinin güçlendirilmesi amaçlanmaktadır.
- Mersin International Port Sustainability at 2023
- Mersin Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı 2023
- Mersin Marina Sürdürülebilirlik Raporu 2024
- BREEAM sertifikalı yapılar
- LEED sertifikalı yapılar

T.C.ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI MERSİN ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜMERSİN İLİ DENİZ ÇÖPLERİ EYLEM PLANI DÇEP (2020 / 2024)

Şekil 3. Mercan 100. Yıl İklim ve Çevre Bilim Merkezi Akıllı Otomat

Kaynak: Mersin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Web Sayfası

Kıyıya veya denize atılmış, bırakılmış ya da çeşitli yollarla ulaşmış ve denizde kalıcılık teşkil eden katı maddeler deniz çöpleri olarak tanımlanmaktadır. Deniz çöpleri, insanların ve/veya diğer canlıların yaralanmalarına, zarar görmelerine ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Deniz çöpleriyle etkin bir mücadele yapmak ve doğal kaynakların kullanılmasında, ekolojik dengeye zarar vermemek amacıyla, deniz çöpü oluşmaması için katı atıkların kaynağında azaltılması, deniz çöplerinin temizlenerek azaltılması ve oluşumunun önlenmesine yönelik çalışmaların ilgili kurum/kuruluşlarla birlikte bölgesel ve ulusal düzeyde eşgüdümle yapılması, deniz çöplerinin kaynağında azaltılması için ihtiyaç duyulan sosyal ve kültürel altyapının güçlendirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarının ilgili kurum/kuruluşlarla birlikte gerçekleştirilmesi önem arz etmekte olup, konuya entegre bir yaklaşım getirmesi ve yapılan çalışmaların düzenli ve sürekliliğinin sağlanabilmesi için eylem planlarının oluşturulması ve uygulanması gerekmektedir.

T.C.ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞIMERSİN ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜMERSİN İLİ DENİZ ÇÖPLERİ EYLEM PLANI DÇEP (2020 / 2024)

Şekil 4. Deniz Çöpleri Açısından Mevcut Durum Tespiti ve Riskli Alanların Belirlenmesi: Araştırma, İzleme ve Değerlendirme Çalışmaları

Kaynak: T.C. Mersin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Tablo 2. Mersin'de Yaşanabilirlik ve Sürdürülebilirlik Yaklaşımları Açısından Olumlu - Olumsuz Karşılaştırmalar

 • **1. Çevresel Sürdürülebilirlik**
• **Avantajlar:**
• Mersin, Türkiye'nin en uzun kıyı şeritlerinden birine sahip. Bu, yenilenebilir enerji (özellikle güneş ve rüzgar) potansiyelini artırıyor.
• Toros Dağları ve ormanlık alanlar, biyoçeşitlilik açısından zengin.
• Tarımda (özellikle narenciye, muz, seracılık) doğal kaynak kullanımı yüksek.

• **Zorluklar:**
• Hızlı kentleşme nedeniyle kıyı tahribatı ve betonlaşma artıyor.
• Endüstriyel faaliyetler (özellikle liman, sanayi bölgeleri) hava ve su kirliliğini artırıyor.
• Su kaynakları (özellikle Göksu Nehri) kirlilik ve azalma tehdidi altında.

Tablo 3. Mersin'de Yaşanabilirlik ve Sürdürülebilirlik Yaklaşımları Açısından Olumlu - Olumsuz Karşılaştırmalar

• **2. Ekonomik Sürdürülebilirlik**
• **Avantajlar:**
• Türkiye'nin en büyük ikinci konteyner limanı Mersin'de, bu da ticaretin ve lojistiğin güçlü olmasını sağlıyor.
• Tarım ve turizm çeşitlenerek ekonomik canlılığı destekliyor.
• Seracılık ve tarım teknolojilerinde yenilikçi uygulamalara açık bir bölge.
• **Zorluklar:**
• Tarıma aşırı bağımlılık var; iklim değişikliğine bağlı riskler yüksek.
• Sanayi yatırımlarında çevre dostu teknolojilere geçiş yeterince hızlı değil.
• Kent içi ulaşımda sürdürülebilir sistemler (örneğin raylı sistemler) sınırlı.

SONUÇ

Mersin ve sahil kıyı şeridi, kentin Akdeniz'e açılan yüzü olarak hem sosyal hem ekonomik açıdan önemli bir potansiyele sahiptir. Yapılan incelemeler, alanın kent yaşamına canlılık kazandıran, kamusal kullanımı teşvik eden ve turizm açısından çekim merkezi oluşturan niteliklere sahip olduğunu göstermektedir. Yaya yolları, rekreasyon alanları ve peyzaj düzenlemeleri, kullanıcı deneyimini güçlendiren olumlu mekânsal unsurlar arasında yer almaktadır.

Bununla birlikte, kıyı boyunca yapı yoğunluğunun artması, kamusal erişimin bazı bölgelerde sınırlanması ve doğal kıyı ekosisteminin kısmen zarar görmesi önemli sorun alanları olarak öne çıkmaktadır. Sürdürülebilir bir kıyı yönetimi için, planlama sürecinde ekolojik koruma ilkeleri ile toplumsal erişilebilirlik dengesinin gözetilmesi gerekmektedir. Mersin örneği, kıyı kentlerinde sürdürülebilir mekânsal yaklaşımların yalnızca fiziksel düzenlemelerle değil, bütüncül çevresel ve toplumsal stratejilerle desteklenmesi gerektiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

1.Akyol, A., & Erkan, N. (2019). *Kıyı Alanlarında Sürdürülebilir Mekânsal Planlama Yaklaşımları: Türkiye Örneği*. **Planlama Dergisi**, 29(2), 145–160.

2.Berkes, F., & Kışlalıoğlu, M. (2020). *Ekoloji ve Çevre Yönetimi*. Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.

3.Çetinkaya, G. (2018). *Kentsel Kıyı Alanlarının Yeniden Değerlendirilmesi: Mersin Kıyı Şeridi Üzerine Bir İnceleme*. **Megaron Dergisi**, 13(3), 422–434.

4. Ersoy, M. (2017). *Sürdürülebilir Planlama Yaklaşımı ve Kentsel Gelişme*. Ankara: Gazi Kitabevi.

5.Keleş, R. (2021). *Kentleşme Politikası*. 13. Baskı. Ankara: İmge Kitabevi.

6.Özdemir, B. (2020). *Kıyı Kentlerinde Mekânsal Dönüşüm ve Sürdürülebilirlik: Akdeniz Kıyıları Üzerine Bir Değerlendirme*. **Mimarlık Dergisi**, 415, 34–41.

7.T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2022). *Kıyı Alanları Yönetim Stratejisi ve Eylem Planı 2022–2030*. Ankara.

8.UN-Habitat. (2020). *Sustainable Coastal Cities: Integrating Resilience and Urban Planning*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.

- https://www.google.com/search?sca_esv=9373e67870ea7967&q=mersin+liman%C4%B1+g%C3%B6rselleri&udm=2&fbs=ABzOT_AeWVZgM1ygG9loIv1sab0j2HB687sEni7_6XgT5zHBctPQQWJnv2cP3Dmrkn2lJOgsbfHmVGgQVXlaZGFgFFx9ofdolG-ZUU330Cjq4nGzQrMBK-TMOJOQPgsLNVJSxx-qEX8gYgCV85Hj31oCtxDiHfbrpMn4ZubYdzMxRY8KqsjLHxgXj1qpIIu4oa9BllLH_I9OBhS7q8WvnJmlFvNmdRR0npthHYNiPkeEnhf2kQHromxRNIgyGy2eZAK1fWMOi1Mq&sa=X&ved=2ahUKEwi86frU4PWMAxUhQ_EDHfR6LdEQtKgLegQIExAB&biw=1536&bih=695&dpr=1.25#vhid=eL2eJEzwALyr1M&vssid=mosaic
- https://www.google.com/search?sca_esv=1b954e11b31e2356&q=mersin+ili+g%C3%B6rseller&udm=2&fbs=ABzOT_AeWVZgM1ygG9loIv1sab0j2HB687sEni7_6XgT5zHBckD9kgTOns_F_8zP5-_OFTx03_mQ9VMx1xyAuwEgxTNfG7q6EQd9VUIes3m44yn2y21BED4EISt4HWqgb14_iOLiDfMjl6HBtiUVWShB3yL10cx_TfN666M_lkZi6mkxnD0KN2JzBb4vVt3_BF9TG7xyaL5cOxaLMC-IEkTUd022aLSyU2LtsKEjx2C9GRNNwtXmX4rKmNjpqGPo8JSRoVU3Zfi8&sa=X&ved=2ahUKEwiNuO6N6vWMAxUiA9sEHYEABAgQtKgLegQIExAB&biw=1536&bih=695&dpr=1.25#vhid=SacyzD32uoP9HM&vssid=mosaic
- https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=3621&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5
- https://www.mersin.bel.tr/
- https://www.mersin.bel.tr/haber/buyuksehirin-sifir-atik-projeleri-temiz-bir-gelecegi-mujdeliyor-1743740777
- https://mersinport.com.tr/tr/surdurulebilirlik/raporlar/surdurulebilirlik-raporlari/259/0/0

- https://mersin.meb.gov.tr/www/mtso-ve-dahimersin-projesi-faaliyetleri-kapsaminda-surdurulebilirlik-zirvesi-gerceklestirildi/icerik/5790
- https://www.mersinmarina.com.tr/UploadedFiles/sRapor/Mersin%20Marina%20S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilirlik%20Raporu%202024.pdf
- https://www.mersin.bel.tr/dokumanlar/mersin-surdurulebilir-enerji-ve-iklim-eylem-plani-secap-661869947

TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜMÜN KENTSEL DONATI TASARIMINA ETKİSİ: MERSİN KIYI ŞERİDİ ÖRNEĞİ

Gülçin GÜNDÜZ
Toros Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık, Uray Kampüsü
ORCID: 0000-0003-1783-8611

ÖZET
Gelişen bilgi teknolojileri, kentsel donatı elemanlarının tasarım, kullanım ve işlevsellik anlayışını dönüştürmektedir. Bu çalışma, teknolojik dönüşümün kentsel donatı tasarımına etkilerini Mersin kıyı şeridi üzerinden incelemektedir. Alan incelemeleri kapsamında, kıyı boyunca konumlanan kiosk türü teknolojik donatılar; kullanıcı etkileşimi, erişilebilirlik, estetik uyum ve kamusal deneyim açısından değerlendirilmiştir. Bulgular, teknolojik donatıların bilgiye erişimi kolaylaştırarak kamusal alanlarda etkileşimi artırdığını göstermektedir.
Mersin kıyı şeridi örneği, teknolojik yeniliklerin kentsel mekân kimliğini güçlendirdiği, kullanıcı deneyimini zenginleştirdiği ve kentle insan arasındaki ilişkiyi yeniden tanımladığı bir dönüşümü ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çalışma, gelecekteki kentsel donatı tasarımlarında teknolojinin yönlendirici bir unsur olarak ele alınmasının önemini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Kentsel Donatı, Teknolojik Dönüşüm, Kiosk, Mersin Kıyı Şeridi, Kamusal Alan

*Bu çalışma, Toros Üniversitesi tarafından desteklenen, "MERSİN KENT MERKEZİ KIYI DÜZENLEMESİNİN EVRENSEL TASARIM İLKELERİ BAĞLAMINDA ANALİZİ VE İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ" başlıklı bilimsel araştırma projesinin bulgularından yararlanılarak hazırlanmıştır.
(Yürütücü Doç. Dr. Sevinç ALKAN KORKMAZ).

THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL TRANSFORMATION ON URBAN FURNITURE DESIGN: THE CASE OF MERSIN COASTAL STRIP

ABSTRACT
Advancements in information technologies are transforming the design, use, and functionality of urban furniture. This study examines the effects of technological transformation on urban furniture design through the example of the Mersin coastal strip. Field observations focus on kiosk-type technological installations positioned along the coastline, evaluated in terms of user interaction, accessibility, aesthetic integration, and public experience. Findings indicate that technological installations enhance interaction in public spaces by facilitating access to information.

The Mersin coastal strip exemplifies how technological innovation strengthens urban identity, enriches user experience, and redefines the relationship between people and the city. Accordingly, this study emphasizes the importance of considering technology as a guiding element in future urban furniture design processes.

Keywords: Urban Furniture, Technological Transformation, Kiosk, Mersin Coastal Strip, Public Space

GİRİŞ

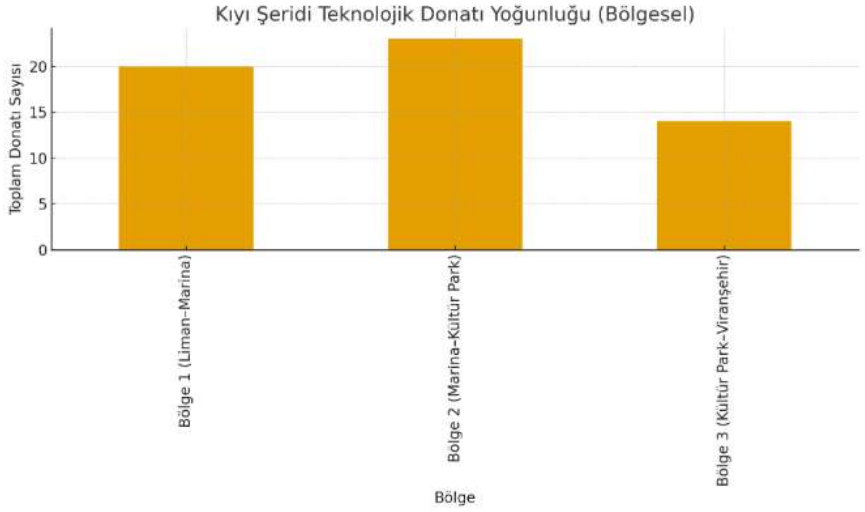
İnsanlar günümüzde kamuya açık alanlarda kültürel, turistik, ulaşım, çalışma gibi pek çok konuda bilgisayar ve internet erişimine ihtiyaç duymaktadır. Bilişim çağında bu kentsel hizmetlere insanların ulaşabilmesi için kentlerin belirli noktalarında kioskların ihtiyacı yaygınlaşmıştır. Türkiye' deki kentlerde yaygın olarak kullanılmasa da dünyada çalışma ortamı ve internet erişimi sağlayan coğrafi bilgi sistemleri, bilgi sunumu ve gösteri istasyonu, kiosk, dokunmatik bilgi ekranı gibi kent mobilyaları sıklıkla kullanılmaktadır.
1970 sonrası gelişen teknolojiyle çalışma kültürü değişmiştir. 1990 sonrası hızla gelişen bilişim sistemleri çalışma ilişkilerinde değiştirmiştir. Yaşam tarzını değiştiren bilgi teknolojisi zamanla çalışma kültürünü de etkilemiştir. Sanal çalışma ortamları bu değişimle hayatımıza girmeye başlamıştır. Sanal iş olarak adlandırılan virtual work olan ve işin tamamının bilgisayar teknolojisinden faydalanılarak iş yerinden uzakta yürütüldüğü çalışma şeklinin bir başka türüdür. (Golden, 2009) Teknolojik değişme sosyal, kurumsal ve ekonomik bağlamından ayrı düşünülemeyeceğinden, bilgi teknolojileri hem onlardan etkilenen hem de onları yeniden biçimlendiren yönüyle ele alınmalıdır. (Aksoy, 2012, Syf. 407) Küreselleşen dünyada internetinde yaygınlaşmasıyla bilgi paylaşımında hızlı bir artış olmuştur. Gelişen teknoloji farklı meslekleri de ortaya çıkarmıştır. Geleneksel çalışma yöntemleri dışında evden çağrı sistemi ile esnek çalışma ortamları gelişmiştir. Sanal iş olarak adlandırılan işin tamamen internet üzerinden yapılması, uzaktan çalışma imkânı sunmaktadır.

ARAŞTIRMA

Genel kullanım için halka açık alanlarda bulunan kiosklardır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılmasa da Dünyada istasyonlarda, üniversitelerde ve şehir merkezlerinde kullanılmaktadırlar. İş istasyonlarında bilgisayar kullanımı, internet bağlantısı, çalışma alanları bulunmaktadır. Kent içinde kapalı alanlarda kullanılmakta olan çalışma istasyonu kioskları fuar alanlarında da sergilenen ürünler hakkında bilgi almak için kullanılırlar.

Şekil1. Thompson Kerr Kiosk+Workstation Tasarımları, ABD Kaynak: http://www.thompsonkerr.com/Designline-Kiosk-Kit-5.item(ErişimTarihi : 17.04.2024)

Kiosklar, kamuya açık alanlarda günün her saati, internetten her türlü işlem yapabilme, bilgi alma, rezervasyon, sorgulama amacıyla tasarlanmış dokunmatik ekrandan oluşan bilgi terminalleridir (1). Kişilerin işlerini kolaylaştırması ve kurumlardaki iş yükünü azaltması, zamandan ve hızdan tasarruf sağlaması amaçlanarak tasarlanmış pc alt yapısına sahip cihazlardır (2). Kullanım rahatlığı ve kent içindeki konumlandırılma noktası önemlidir. Tasarımıyla hem kendini korumalı hem de kent içinde etki bırakmalıdır. Bulundukları noktada sabitlenmiş olarak konumlandırılırlar.

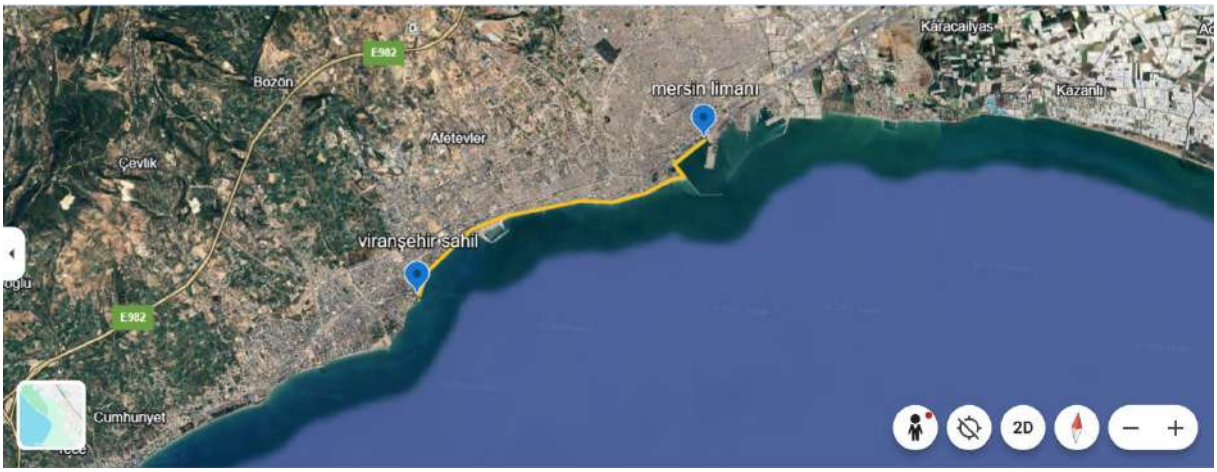


Şekil2. Mersin Kıyı Şeridi Teknolojik Yoğunluk Grafiği

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur (02.11.2025)

Mersin kentinin Akdeniz kıyısında uzanan sahil şeridi, son yıllarda teknolojik altyapı ve sürdürülebilir kent donatılarıyla önemli bir dönüşüm süreci geçirmektedir. Bu dönüşüm, sadece kamusal alanın fiziksel iyileştirilmesini değil, aynı zamanda kullanıcı deneyiminin dijital olanaklarla zenginleştirilmesini de içermektedir. Sahil boyunca konumlanan akıllı bisiklet istasyonları, çevresel bilgi kiosku potansiyeline sahip kiosk yapıları, geri dönüşüm otomatları ve akıllı aydınlatma sistemleri, kentsel donatıların yeni işlevsel boyutunu temsil etmektedir.

Mersin Limanı'nın bitimi ile başlayan ve Viranşehir Sahil Meydanı'na kadar devam eden kıyı şeridi, Mersin kent merkezinin deniz ile doğrudan ilişki kurabildiği alandır. Kıyı şeridinin büyük bölümü kamuya açık rekreasyon alanı olarak kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında İsmet İnönü ve Adnan Menderes Bulvarları ile deniz arasında kalan bu kentsel mekân, yakın çevresi ile ilişkisi de göz önünde tutularak ele alınmaktadır (yaklaşık 12 km uzunluğunda). Çalışma alanı üç alt bölgeye ayrılarak tespit ve belgeleme süreçleri yürütülecektir.



Şekil 3. Çalışma alanı kapsamında mersin sahil kıyı şeridi alan gösterimi

Kaynak: Felt Gis ve Google Earth, programı ile yazar tarafından oluşturulmuştur.

BULGULAR

Mersin Büyükşehir Belediyesi tarafından kıyı boyunca kurulan ücretsiz Wi-Fi istasyonları, kamusal alanın dijital erişilebilirliğini artıran önemli bir teknolojik donatı örneğidir. Sahil yürüyüş yolları, oturma alanları ve kafe çevrelerinde konumlanan bu istasyonlar, kullanıcıların kamusal mekânda dijital bağlantı kurabilmesini sağlamaktadır. Bu durum, kıyı mekânının yalnızca fiziksel değil, dijital bir kamusal alan kimliği kazanmasına da olanak tanımaktadır.

Konum örnekleri: Adnan Menderes Bulvarı yürüyüş hattı, Kültür Park çevresi, Mezitli sahil hattı.

Şekil 4. Mersin Sahil kıyı Şeridi belirli konumlarda yer alan wi-fi erişim alanları

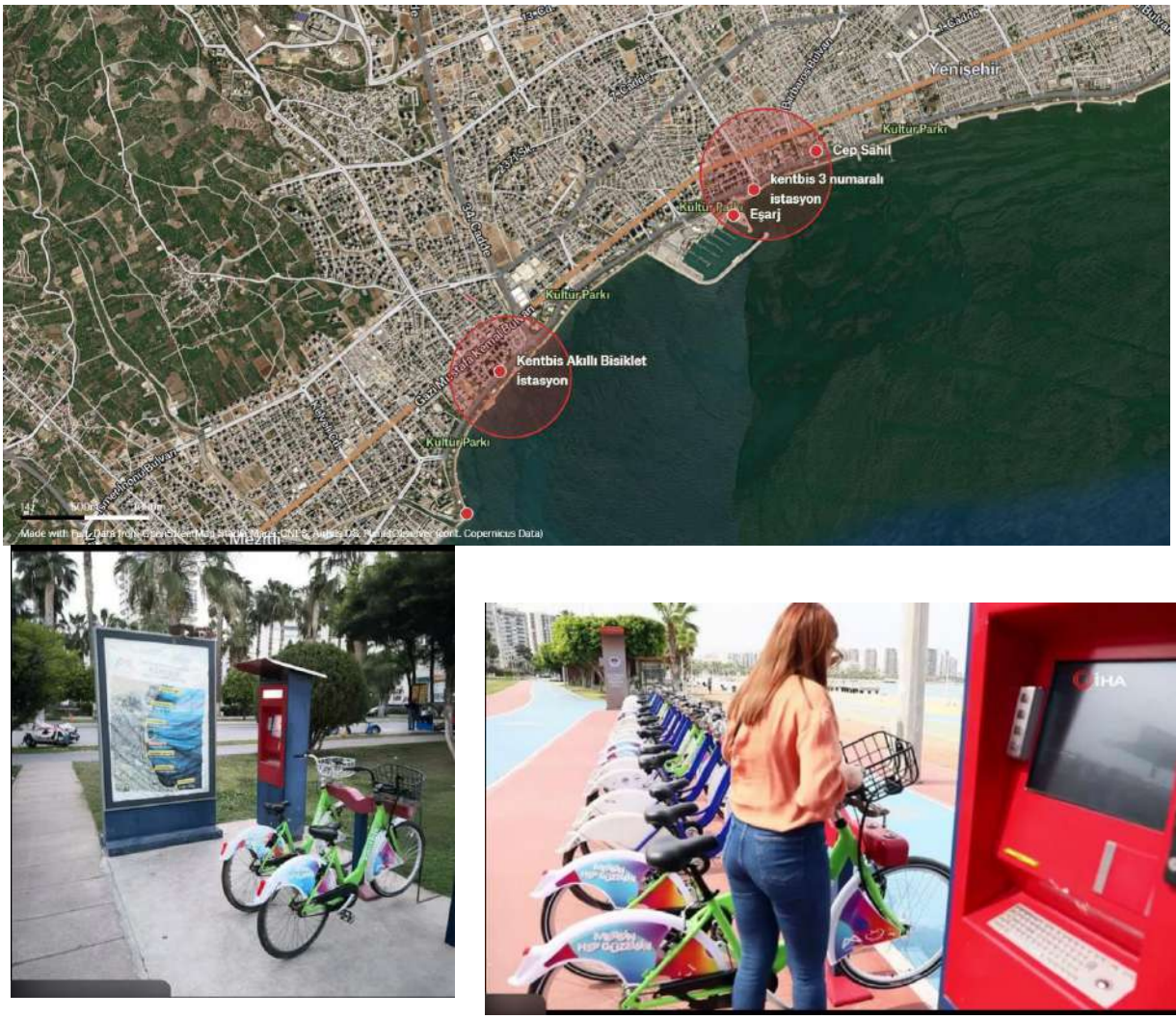
Kaynak:https://www.mersin.bel.tr/haber/mersin-buyuksehir-plastiksiz-mersin-sahili-icin-calisiyor-1737007944?utm_source=chatgpt.com

Sahil hattı boyunca konumlanan KentBis bisiklet istasyonları, sürdürülebilir ulaşımı destekleyen teknolojik donatılardır. Kullanıcılar bu sistem aracılığıyla QR kod veya üye kartı kullanarak bisiklet kiralayabilmekte, mobil uygulama üzerinden istasyon yoğunluğunu

görebilmektedir.
Bu sistem, kıyı boyunca süreklilik gösteren bisiklet yollarıyla bütünleşmiş çalışmakta; fiziksel aktiviteyi teşvik ederken karbon salımının azalmasına katkı sunmaktadır.

Konum örnekleri:

- Hilton Kavşağı İstasyonu
- Marina İstasyonu
- Forum AVM – Sahil bağlantısı
- Mezitli Sahil İstasyonu



Şekil 5. Mersin Sahil kıyı Şeridi belirli konumlarda kent-bis alanları

Kaynak:https://www.mersin.bel.tr/haber/mersinli-ulasimda-kentbisi-tercih-ediyor-1663311158?utm_source=chatgpt.com

Mersin Büyükşehir Belediyesi'nin yürüttüğü "Plastiksiz Mersin Sahili" projesi kapsamında, sahil bandına konumlandırılan atık kumbaraları ve otomat sistemleri, çevresel farkındalığı artıran teknolojik donatılardır. Bu sistemler; pet şişe, pil ve plastik atıkları türüne göre ayırarak geri dönüşüm sürecini kolaylaştırmaktadır. Enerji üretim bağlantısıyla çevre yönetimini dijitalleştirmektedir.

Konum örnekleri:

- Mercan 100. Yıl İklim ve Çevre Bilim Merkezi önü
- Kültür Park içi yürüyüş güzergâhı
- Mezitli sahil şeridi boyunca pilot noktalar

Şekil 6. Mersin Sahil kıyı Şeridi belirli konumlarda akıllı otomat alanları

Kaynak:https://www.mersin.bel.tr/haber/mersin-buyuksehir-plastiksiz-mersin-sahili-icin-calisiyor-1737007944?utm_source=chatgpt.com

Yiyecek-içecek satış kioskları, kamusal alanlarda hızlı servis sunmak üzere tasarlanmış, kompakt, modüler ve genellikle yarı sabit yapıda olan küçük satış birimleridir. Bu kiosklar, kullanıcıların günlük yaşam içinde hızlı erişebileceği yiyecek ve içecek hizmetlerini sunar.

Şekil 7. Mersin Sahil Kıyı Şeridi Yiyecek-İçecek Kioskları

Kaynak:https://www.mersin.bel.tr/

Mezitli sahil hattı boyunca uygulanan akıllı aydınlatma sistemleri, enerji verimliliği ve güvenlik açısından dikkat çekmektedir. Sensör destekli sistemler, kullanıcı yoğunluğuna göre ışık seviyesini ayarlayabilmektedir. Ayrıca güneş enerjili oturma birimleri, küçük cihazların şarj edilebilmesini sağlamaktadır.Bu tür donatılar, sahil mekânını sadece gece kullanımı açısından değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik yönünden de güçlendirmektedir.

Şekil 8. Mersin Sahil Kıyı Şeridi Akıllı Aydınlatma Elemanları

Kaynak:https://www.mersin.bel.tr/

SONUÇ

Mersin kıyı şeridinde yer alan bu teknolojik donatılar, mekânın kimliğini dönüştüren yenilikçi birer arayüz işlevi görmektedir. Kıyı mekânı artık yalnızca rekreasyon alanı değil, dijital erişim, sürdürülebilir ulaşım ve çevresel farkındalık boyutlarını barındıran çok katmanlı bir kamusal ağ yapısına dönüşmektedir. Bu bağlamda, teknolojik dönüşüm; estetik ve işlevsel bir birleşim yaratarak kentsel donatıların geleceğini yeniden tanımlamaktadır.

- Kıyı şeridindeki teknolojik donatılar, fiziksel mekânı yalnızca iyileştirmekle kalmayıp mekânın kimliğini dönüştüren arayüzler hâline gelmektedir.
- Bu donatılar sayesinde kıyı mekânı, geleneksel rekreasyon işlevinin ötesine geçerek dijital erişim olanaklarına sahip bir kamusal platforma dönüşmektedir.
- Elektrikli istasyonlar, bisiklet yolları, dijital bilgilendirme panoları, akıllı aydınlatmalar gibi unsurların artışı, sürdürülebilir ulaşım kullanımını güçlendiren bulgular ortaya koymaktadır.
- Teknolojik sistemlerin kıyıda yarattığı yeni düzenlemeler, çevresel farkındalık düzeyini artıran bir kamusal deneyim üretmektedir.
- Donatıların akıllı altyapılarla bütünleşmesi, kıyı şeridini çok katmanlı bir kamusal ağ yapısına dönüştürmektedir.
- Kentsel tasarım elemanlarının dijital ve ekolojik unsurlarla birleşmesi, estetik ve işlevselliği aynı anda güçlendiren bir dönüşüm yaratmaktadır.
- Bu dönüşümün bütüncül etkisi, Mersin kıyı bandındaki donatıların geleceğe dönük kentsel tasarım ve kullanım pratiklerini yeniden tanımladığını göstermektedir.
- Analiz edilen veriler, kullanıcı davranışlarının bu yeni teknolojik donatılarla etkileşim odaklı, akışkan ve dijital destekli bir yapı kazandığını ortaya koymaktadır.
- Teknolojik bileşenlerin mekânsal organizasyonla entegrasyonu, kıyı alanını erişilebilir, okunabilir ve kullanıcı dostu bir sistem hâline getirmektedir.

KAYNAKLAR

AKSOY, B. (2012). Bilgi Teknolojileri ve Yeni Çalışma İlişkileri. Ege Akademik Bakış, 12, 3, 401-404

ERÇOŞKUN, Y. Ö. (2015). Yarının Kentleri İçin Kentsel Hizmetlerde Coğrafi Bilgi İstasyonları-Kioskların Kullanımı. 2017 Nisan 10, www.emu.edu.tr/aelci/YvKB06/ozgeyal_yapikent_bildiri.doc

GÜRSOY, S. (2011). Kent Mobilyalarında Ahşap Kullanım Üzerine İncelemeler. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

İNNOVA, K. (2017, Nisan, 11) Retrieved from http://innova.com.tr/kiosk/kiosklar.asp

https://www.mersin.bel.tr/haber/sahilin-ve-sicaklarin-eslikcisi-dondurma-kiosku-1726034619

SUBSTITUTION BIAS ACROSS INCOME GROUPS: EVIDENCE FROM ARGENTINA'S CONSUMER PRICE INDEX[1]

GELİR GRUPLARI ARASINDA İKAME YANLILIĞI: ARJANTİN TÜKETİCİ FİYAT ENDEKSİNDEN KANITLAR

Gülşah ADAM
Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi İktisat Bölümü

ABSTRACT
The National Institute of Statistics and Census of Argentina and many other statistical institutions use the Laspeyres index to estimate the Consumer Price Index; however, it measures the proportional change in the cost of buying a fixed consumption basket as prices alter. Hence, this kind of price index overlooks the fact that consumers can mitigate the impact of price rises on their cost of living by adjusting their spending patterns. Consumers substitute away from goods that have become more expensive towards those that have become relatively cheaper. The aim of this paper is to calculate the substitution bias in the Laspeyres index by comparing it with the cost-of-living index estimated by the Törnqvist index.

To calculate the Laspeyres and Törnqvist indices, this analysis utilises the Argentinian Household Expenditure Surveys for 2004/05, 2012/12, and 2017/18, prepared by the National Institute of Statistics and Census of Argentina (INDEC). The Argentinian household expenditure survey does not record any price data; therefore, quality-adjusted unit values for each product are constructed. In the following step, the national averages and income-specific price indices are calculated by using plutocratic weights.

The findings show that bias was low and relatively homogeneous during the 2004–2012 period, but increased significantly after 2012, with the acceleration of inflation. Long-term substitution bias reached 0.36–0.48 index points in some income groups. Interestingly, the highest bias is observed in middle-income groups and the lowest in upper-income groups in the post-2012 period; this may be related to the consumption elasticities and budget share dynamics of different income groups. The results suggest that the official price index in Argentina can overstate the cost of living, particularly in high-inflation regimes, and lead to measurement errors in price indexing, real wage negotiations, and fiscal policy design.
Keywords: Argentina, Substitution Bias, Laspeyres Index, Törnqvist Index, Price Indexing Policy

ÖZET
Arjantin Ulusal İstatistik ve Nüfus Sayımı Enstitüsü ve diğer birçok istatistik kurumu, Tüketici Fiyat Endeksi'ni tahmin etmek için Laspeyres endeksini kullanır; ancak bu endeks, fiyatlar değiştikçe sabit bir tüketim sepeti satın alma maliyetindeki orantılı değişimi ölçer. Dolayısıyla,

[1] This paper is based on my doctoral thesis, which was conducted at King's College London. I am heavily indebted to my supervisor, Paul Segal, for his guidance during my PhD journey. I am also grateful to Ian Crawford and Brian Nolan for their helpful comments.

bu tür bir fiyat endeksi, tüketicilerin harcama kalıplarını ayarlayarak fiyat artışlarının yaşam maliyetleri üzerindeki etkisini azaltabilecekleri gerçeğini göz ardı eder. Tüketiciler, daha pahalı hale gelen mallardan uzaklaşarak nispeten daha ucuz olanlara yönelirler. Bu çalışmanın amacı, Laspeyres endeksindeki ikame eğilimini, Törnqvist endeksi tarafından tahmin edilen yaşam maliyeti endeksiyle karşılaştırarak hesaplamaktır.

Laspeyres ve Törnqvist endekslerini hesaplamak için bu analiz, Arjantin Ulusal İstatistik ve Nüfus Sayımı Enstitüsü (INDEC) tarafından hazırlanan 2004/05, 2012/12 ve 2017/18 Arjantin Hanehalkı Harcama Anketleri'nden yararlanmaktadır. Arjantin hanehalkı harcama anketi herhangi bir fiyat verisi kaydetmemektedir; bu nedenle, her ürün için kaliteye göre ayarlanmış birim değerleri oluşturulmuştur. Sonraki adımda, ulusal ortalamalar ve gelire özgü fiyat endeksleri plütokratik ağırlıklar kullanılarak hesaplanmıştır.

Bulgular, sapmanın 2004-2012 döneminde düşük ve nispeten homojen olduğunu, ancak enflasyonun hızlanmasıyla 2012'den sonra önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Uzun vadeli ikame sapması bazı gelir gruplarında 0,36-0,48 endeks puanına ulaşmıştır. İlginç bir şekilde, 2012 sonrası dönemde en yüksek sapma orta gelir gruplarında, en düşük sapma ise üst gelir gruplarında gözlenmiştir; bu durum, farklı gelir gruplarının tüketim esneklikleri ve bütçe payı dinamikleriyle ilişkili olabilir. Sonuçlar, Arjantin'deki resmi fiyat endeksinin, özellikle yüksek enflasyon rejimlerinde yaşam maliyetini abartabileceğini ve fiyat endekslemesinde, reel ücret müzakerelerinde ve mali politika tasarımında ölçüm hatalarına yol açabileceğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Arjantin, İkame Yanlılığı, Laspeyres Endeksi, Törnqvist Endeksi, Fiyat Endeksleme Politikası

1. Introduction

Accurately measuring changes in the cost of living (COL) poses a fundamental challenge for economic analysis. Conventional price indices based on a fixed consumption basket—most notably the Laspeyres index—measure the proportional change in the purchase cost of a fixed basket of goods as prices change. However, this approach ignores a fundamental characteristic of consumer behaviour: Households adjust their spending patterns in response to relative price changes, shifting from relatively expensive goods to cheaper alternatives. In contrast, a true cost-of-living index, defined by an economic approach based on expenditure minimisation, takes into account these consumption adjustments consumers make to maintain a constant level of well-being at the lowest cost. In this context, the Laspeyres index does not represent the true COL index itself, but merely its upper bound (Konüs, 1939; Braithwait, 1980; Balk, 1990; Crawford, 1998). This is because multiple consumption baskets providing the same level of economic well-being are possible, and after price changes, the initial fixed basket is no longer the lowest-cost option.

To overcome this methodological limitation, superlative index formulas have been developed in the literature. These indices provide a second-order approximation of the cost function by using both the base period and current period consumer demands, thus reflecting the substitution behaviour displayed in response to relative price changes. In this context, the Törnqvist index is considered a method that clearly reflects substitution behaviour by accounting for time-varying expenditure shares and produces results that are quite close to the real cost of living index (Diewert & Fox, 2022). Therefore, the difference between the Laspeyres and Törnqvist indices can be empirically evaluated as a measure of substitution bias.

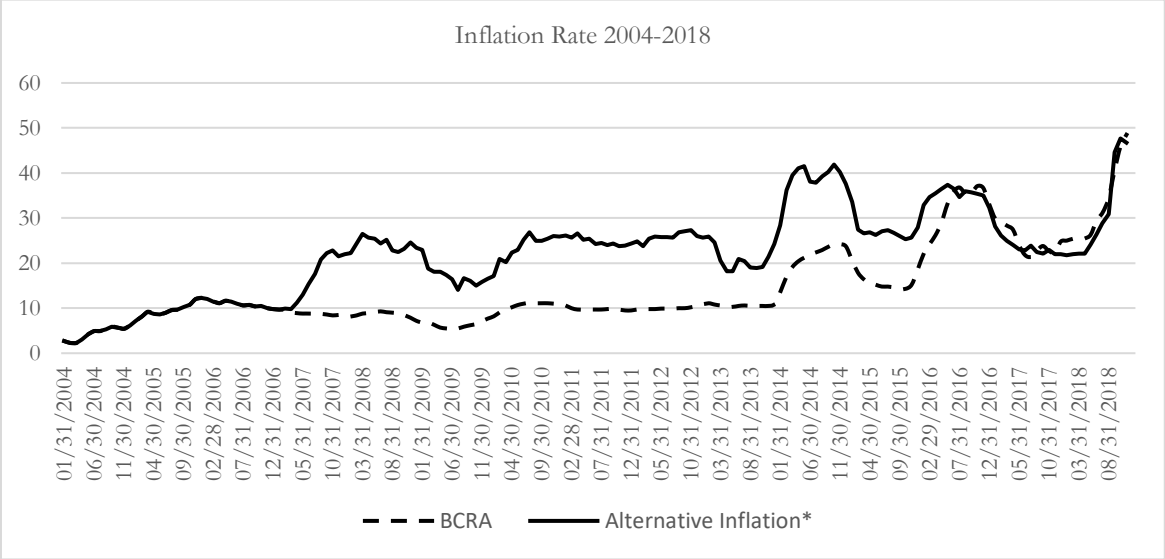
The magnitude of substitution bias is not a fixed phenomenon independent of the economic context; rather, it is directly dependent on the density of the relative price dispersion. The literature shows that periods of high inflation generally coincide with periods when individual prices diverge more from each other. Vining and Elwertowski (1976) empirically demonstrated that individual goods prices diverge more during periods of increased instability in the general price level, questioning the hypothesis of independence assumed in classical economics between relative prices and the general price level. Parks (1978) demonstrated that the determinant of relative price volatility within the framework of a multi-sector supply-demand model is not the average level of inflation, but rather unexpected (surprise) inflation. Grier and Perry (1996), using the GARCH-M decomposition method, demonstrated that inflation uncertainty, independent of the level of inflation, is the primary source of relative price volatility.

Micro-level studies demonstrate that this relationship operates more complexly. Reinsdorf (1994), using retailer-level price data, emphasises that the link between inflation and price dispersion operates through different mechanisms. According to menu cost models, high expected inflation reduces price adjustments, leading to divergence of prices. In contrast, search models based on incomplete information suggest that unexpected inflation can intensify consumer search in the short term, narrowing the price distribution. When these approaches are considered together, it becomes clear that high and unpredictable inflation regimes lead to intense fluctuations in the relative price structure, and these fluctuations, in turn, reinforce consumer substitution behaviour, widening the gap between fixed-basket indices and superlative indices.

These dynamics make economies experiencing high inflation a natural experimental setting for examining substitution bias in cost-of-living measurement. Persistent price instability leads to more frequent reshaping of consumption baskets, widening the gap between Laspeyres-style fixed-basket indices and actual COL measurements. In this context, as shown in Figure 1, Argentina offers a particularly suitable field of study. The country experienced chronically high and volatile inflation between 2004 and 2018, resulting in shifts in consumption patterns. Therefore, the Argentine experience provides a context in which substitution behaviour and the resulting measurement bias can be most intensely observed, as predicted by theory.

This study directly measures substitution bias by calculating cost-of-living indices for different income groups for Argentina, using the Laspeyres and Törnqvist methods, separately for the period 2004–2018. The substitution bias is quantitatively estimated for each income group using the differences between the two indices. The study makes two main contributions. First, it empirically documents the systematic measurement error that arises in standard CPI methodologies under conditions of persistently high inflation. Second, it reveals the distributional dimension of bias in cost-of-living measurement by showing that this bias is not homogeneous across all households but rather becomes more pronounced in income groups with higher consumption elasticities. The findings reveal the importance of substitution bias in measuring cost-of-living indices across different income groups and the impact of method choice on the results.

Figure 1. Inflation Rate in Argentina Between 2004 and 2018



Source: *Banco de Central de la República Argentina* and Cavallo and Bertolotto (2016)[2]

2. Methodology: The Theory of the Cost of Living Index

A change can be identified by a reference to some standard which remains unaltered. Regarding the cost of living index, the standard is a certain level of economic welfare (Crawford, 1998). The cost of living index was introduced by Konüs (1939). He defined the cost of living as the monetary value of goods and services consumed in a certain period by the average household belonging to the given stratum of society. In the cost of living index theory, consumption of quantities[3] represents the general state of the household's standard of living, and any standard of living may be attained by a different combination of quantities. He argues that if the general status of the standard of living of the household stays the same between the two periods of time, the "true cost of living index" can be obtained by dividing the cost of living at one period of time by the cost of living at the other period:

$$P_T = \frac{c(p_t, u_R)}{c(p_s, u_R)}$$

where $c(p_t, u_R)$ is the cost function of the consumer in period t price vector p_t and the reference utility level u_R. Thus, COLI represents the relative change in the monetary cost of the consumption basket necessary for maintaining a certain standard of living.

The aim of constructing price indices is to measure how the cost of attaining a certain level of utility alters over time. The common methods applied by most statistical agencies consist of two essential classes: first-order approximations and second-order approximations.

[2]Cavallo and Bertolotto (2016) calculated a consumer price index from 1943 to the present by replacing the discredited official inflation rates (from 2007 to 2016) with an index built by PriceStats. The PriceStats is a private company that collects and uses online price data to estimate inflation indicators in many countries. A weakness of the collected online prices is that the data does not cover all the products involved in the official CPI (Cavallo and Bertolotto, 2016).

[3]In the traditional economic theory, the standard of living of household is obtained by the welfare derived from consumption (Crawford, 1998).

First-order approximations are also known as fixed-basket price indexes or cost-of-goods indexes in the literature. In these calculations, the prices and quantities of the purchased products are considered as separate variables; hence, no assumption is made concerning an underlying optimising behaviour of a consumer. In other words, there is no requirement for any assumptions relating to functional forms. They correspond to first-order approximations to any cost function (based on u_0 and u_1, respectively).

Taking the first three terms of the Taylor expansion of the cost function about p_0 (i.e. based upon base period (period 0) welfare) to the Laspeyres index yields:

$$c(u_0, p_1) = p_1' q_0 + {}^1/_2 \sum_i \sum_j \left.\frac{\partial q_0^i}{\partial p_0^j}\right|_{u=u_0} (p_1^i - p_0^i)(p_1^j - p_0^j)$$

where u_0 is base utility, p_0 and p_1 are prices in a base year and an observed year, respectively. q_0 represents consumption (quantities) in a base year, while q_1 shows consumption (quantities) in the observed year. Finally, $c(u_0, p_1)$ represents the cost function of the consumer in the observed period price vector p_1 and the base utility level u_0 (Deaton and Muellbauer, 1980).

If the difference between p_1 and p_0 is fairly small (or if p_1 is almost proportional to p_0) or if substitution is limited, the last term will be very small (Deaton and Muellbauer, 1980). Therefore,

$$P(p_1, p_0; u_0) = \frac{c(u_0, p_1)}{c(u_0, p_0)} \cong \frac{q_0 p_1}{q_0 p_0} = P(p_1, p_0; q_0)$$

where u_0 is base utility, p_0 and p_1 are prices in a base year and an observed year, respectively. q_0 represents consumption (quantities) in a base year, while q_1 shows consumption (quantities) in an observed year. Finally, $c(u_0, p_1)$ represents the cost function of the consumer in observed period price vector p_1 and the base utility level u_0 and $c(u_0, p_0)$ represents the cost function of the consumer in base year price vector p_0 and the base utility level u_0.

Malmquist (1953) discussed that the cost-of-living index typically changes with the utility level to which it refers. Therefore, he stated that an index number should refer to a specified level. In other words, a unique and unambiguous index number requires homothetic and stable preferences. Homothetic preferences imply that the composition of the consumption basket is independent of total expenditure or of utility, which means that all expenditure elasticities are unity. In the case of homotheticity, utility is a monotonic increasing function of a function that is a homogenous of degree one. The cost of reaching utility must be proportional to utility (Deaton and Muellbauer, 1980).

$$u = F[v(q)]; \quad v(\theta q) = \theta v(q)$$

where θ is arbitrary scalar and $\theta > 0$.

If $v(q)$ is chosen as a representation of consumer preferences, then cost function can be written as:

$$c(u, p) = \min \left[\sum p_k q_k; v(q) = u\right]$$

As $v(q)$ is homogenous:
$c(u,p) = ub(p)$ for some function $b(p)$.

With homothetic and stable preferences, one can assume that all alterations in relative quantity weights between the base period and the observed period are caused by substitution behaviour in response to the changes in relative prices (Schultze, 2003). However, this assumption is against Engel's Law and does not hold in reality (Deaton and Muelbauer, 1980; Hausmann, 2003). For example, with non-homothetic preferences, richer households will have greater budget shares for luxuries and smaller budget shares for necessities than poorer households, so if the relative price of necessities to luxuries alters, the cost of living index will vary systematically across income groups. In a nutshell, in reality, relative quantity weights change as consumers' income and standard of living changes and the observed responses of consumers may be a combination of income bias and substitution bias (Schultze, 2003). Hence, neglecting non-homothetic preferences in the CPI estimations can produce biased results.

Diewert (1976) examined whether the price index number is exact for any general non-homothetic functional forms for the cost function. He showed that the Törnqvist index is exact for a general non-homothetic translog cost function with the base of consumption bundle q^* that satisfies for some specific intermediate level of living – geometric mean of the utility in periods 0 and t. In other words, the Törnqvist price index is exact for the family of nonhomothetic preferences if we define cost function as:

$$lnC(u;p) \equiv \alpha_0(u) + \sum_{i=1}^{N} [\alpha_i(u) + \varepsilon_i h(u)] lnp_i + 1/2 \sum_{j=1}^{N} \sum_{k=1}^{N} \gamma_{jk} lnp_j lnp_k$$

Where $\sum_{i=1}^{N} \alpha_i = 1$, $\sum_{i=1}^{N} \varepsilon_i = 0$, $\gamma_{jk} = \gamma_{kj}$, $\sum_{i=1}^{N} \gamma_{jk} = 0$, for j=1,2,…..,N

And if we define the reference utility level as the geometric mean of base level utility and observed utility:

$$u(q^*) = \sqrt{u_{q0}.u_{qt}}$$

Considering the discussion above, I chose the Törnqvist price index to construct income-specific cost of living indices as it allows for non-homothetic preferences and captures substitution bias.

3. Data Preparation

I used the Argentinian National Household Expenditure Surveys (Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares, ENGHo), which provides detailed data on households' expenditures and socio-economic variables relating to the households and their members. The National Institute of Statistics and Census of Argentina (Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República, INDEC) began conducting this cross-section survey in 1985 and has published five surveys (1985/86, 1996/97, 2004/05, 2012/13 and 2017/18) to date. These surveys are extensive; data was collected from 29,138 households in 2004, 20,944 households in 2012 and 21,547 households in 2018. However, they are not panel surveys25. Three cross-section surveys (2004/2005, 2012/2013 and 2017/2018) were selected for these analyses to examine the distributional impacts of relative price changes and construct spatial cost of living indices between 2004 and 2018.

The Argentinean ENGHo provides households' expenditures and purchased quantities, but unfortunately, it does not record any data on prices. In the absence of price data, the most common approach for obtaining prices in the literature is to calculate unit values (implicit prices) by dividing the total expenditure of the purchased items by the total quantity of the purchased items (Huang and Lin, 2000; Deaton, 1987). In this manner, it is possible to create price indexes to track inflation over time and compare the price levels across regions, sectors or income deciles (Deaton and Tarozzi, 1999). As a first step, Following Deaton and Tarozzi (2005), I construct household-specific unit values due to a lack of actual price data:

$$v_{ih} = \frac{x_{ih}}{q_{ih}}$$

where v_{ih} is the household-specific unit value of the item i, and x_{ih} are the household's total expenditure on the purchased item and q_{ih} is the total quantity of the purchased item.

To detect the outliers in the unit values, in accordance with Cox and Wohlgenant (1986), observations with prices more than five standard deviations from the mean observed price are changed to missing values. Following Gibson and Rozelle (2005) and Cox and Wohlgenant (1986), provincial and quarterly average unit values (at the elementary level) are calculated for each income decile to calculate sample means for missing unit values. The missing unit values are then imputed with these mean values. The remaining missing unit values (if there are any) are imputed with subregional and regional mean values, respectively.

The unit values represent households' purchase decisions; therefore, they display differences from one purchaser to another due to differentials in quality choice. To address this issue, I adjust the unit values for quality differences using Cox and Wolhgenant's (1986) approach. I regress household characteristics on the log of unit values:

$$\log(v_{ih}) = \delta_i + c_h' k_i + \epsilon_{ih}$$

where δ_i is constant, ϵ_{ih} is the error term, and the vector c_h includes the education level, age and gender of the head of the household, household income, household size, and seasonal and regional dummies. Then, the vector of quality-adjusted unit values is calculated:

$$p_h = \exp\left(\hat{\delta} + \widehat{\epsilon_h}\right)$$

The outliers in total expenditures are detected using graphical methods following Deaton and Zaidi (2002). Ten different sub-datasets are created for each income decile in each period, and then one-way plots of total expenditures are drawn to detect outliers in each decile. Together with these outliers, the households with zero total expenditures are dropped.

The price indices at each higher level of aggregation can be estimated on the basis of weights and prices for its components, that is, the lower-level price indices (Graf, 2020). The higher-level indices are calculated simply as weighted averages of the lower-level indices. Following this approach, I first create price indices for each sub-aggregated consumption bundle that is constructed following the criteria of COICOP. Then, these sub-group price indices are aggregated together using their budget shares in the total consumption basket up to the Overall Consumer Price Index.

The weights that are used in the calculation of sub-aggregated price indices are the average weights of the components of the sub-groups of the CPI. For instance, white rice belongs to the

food and beverage sub-group, and the weight of white rice in a household's food price index is calculated by dividing the total expenditure of the household on white rice by the total expenditure of the household on food. The average weight of white rice for the poorest decile was computed by averaging the poorest households' budget share of white rice within the food and beverage consumption bundle.

The sum of the average weights of the components should be equal to 1. However, in the analysis, the use of the average weights of the components in sub-group price indices violates the adding-up rule in demand theory due to the large amount of zero expenditure. To deal with the adding-up violation, I calculate plutocratic weights for each income group by creating super households, which are achieved by adding up the expenditures on the component of all households who belong to the same income decile. The result is then divided by the households' total expenditure on sub-groups:

$$w_{i,j}^{d} = \frac{\sum p_{i,j}^{h,d}\, q_{i,j}^{h,d}}{\sum p_{j}^{h,d}\, q_{j}^{h,d}}$$

where $w_{i,j}^{d}$ is the average budget share of the ith (i=1,…….,n) component in j^{th} (j=1,2,….,11) sub-group consumption basket for d^{th} income decile, $\sum p_{i,j}^{h,d}\, q_{i,j}^{h,d}$ is the total expenditure of dth decile on components, and $\sum p_{j}^{h,d}\, q_{j}^{h,d}$ is the total expenditure of dth decile on sub-group consumption basket.

Then, the sub-group price indices are calculated with the following formula:

$$\log P_{j}^{d}(p_{j}^{1}, p_{j}^{0}; T) = \sum_{i} 1/2(w_{i}^{1,d} + w_{i}^{0,d}) \log\,(p_{i}^{1,d}/p_{i}^{0,d})$$

where P_{j}^{d} is the jth (j=1,2,….,11) sub-group price index for d^{th} decile, ,$w_{i}^{1,d}$ and $w_{i}^{0,d}$ are the income-specific average weights of the component within j^{th} sub-group consumption bundle in observed year and base year, respectively. $p_{i}^{1,d}$ and $p_{i}^{0,d}$ are the median unit values of the component in the observed year and base year, respectively.

After calculating the sub-group price indices, I aggregate the sub-group price indices using their expenditure shares in the total consumption basket up to the income-specific Overall Consumer Price Index.

Members of the households have different needs based on their gender, age, and other demographic characteristics. Considering these facts, I adjust households' disposable incomes by applying equivalence scales considering the Argentinian households' size and composition. Following Deaton and Zaidi's (2002) advice, I apply the arbitrary approach to equivalise household incomes. The formula is given below (CEDLAS, 2014):

$$E = (A + \alpha_1 K_1 + \alpha_2 K_2)^{\theta}$$

where A is the number of adults (15-99+), K_1 is the number of children under 5 years old, and K_2 is the number of children between 6 and 14. Parameters α allow for different weights for children and adults, and θ regulates the degree of a household's economies of scale. Following

Deaton and Zaidi (2002) and CEDLAS (2014), I set $\alpha_1 = 0.5$ and $\alpha_2 = 0.75$, and $\theta = 0.9$ for Argentinian households.

4. Results

Before discussing the results, it should be noted that the greater level of substitution and the greater changes in relative prices cause a greater bias in the fixed-weight Laspeyres index. If there is no commodity substitution, the cost of living index and the Laspeyres index alter by the same amounts; therefore, the bias will be zero (even if there are large changes in relative prices). In the same way, if all prices alter proportionately, the substitution bias will be zero.

Another important point that should be highlighted is the difference between types of substitution bias. The Boskin Commission Report (1996) defines two types of substitution bias: the lower-level substitution bias and the upper-level substitution bias. A lower-level substitution bias occurs when individuals substitute between similar commodities (e.g. substituting between pippin and gala apples) within a category, while an upper-level substitution occurs when consumers substitute between expenditure items from different consumption categories. Due to data limitations, I only computed upper-level substitution bias in the analysis.

Table 1. Substitution Bias, 2004-2018

Income Deciles	Törnqvist 2004-2012	Laspeyres 2004-2012	SB	Törnqvist 2012-2018	Laspeyres 2012-2018	SB	Törnqvist 2004-2018	Laspeyres 2004-2018	SB
1st	4.05	4.54	0.054	4.51	6.11	0.229	19.06	26.34	0.485
2nd	3.97	4.42	0.050	4.67	6.61	0.277	20.07	26.94	0.458
3rd	3.95	4.46	0.057	4.72	6.9	0.311	19.96	26.42	0.431
4th	3.9	4.51	0.068	4.74	6.58	0.263	19.76	25.64	0.392
5th	3.86	4.40	0.060	4.76	6.73	0.281	19.73	25.14	0.361
6th	3.85	4.44	0.066	4.78	6.71	0.276	19.65	25.45	0.387
7th	3.83	4.42	0.066	4.81	6.77	0.280	19.58	24.59	0.334
8th	3.79	4.46	0.074	4.81	6.89	0.297	19.70	25.1	0.360
9th	3.74	4.44	0.078	4.91	6.87	0.280	19.75	25.46	0.381
10th	3.71	4.54	0.092	5.01	7.5	0.356	20.09	26.33	0.416
National Average	3.84	4.47	0.070	4.82	6.86	0.291	19.83	25.68	0.390

Source: Author's own calculations. The dataset was obtained from ENGHo 2004/2005, 2012/2013 and 2017/2018.

Table 1 above shows the substitution bias for each income decile during the sample period. Consistent with the price index theory, the Laspeyres index grew more rapidly than the COLI for each income decile; hence, it overstated the cost-of-living index for income groups in each sample period. The substitution bias is considered 'low' if it is equal to 0.1 points or less than 0.1 points per year (Boskin, 1996; Braithwait, 1980; Manser and McDonald, 1988). Therefore, it can be said that the substitution bias for each income group was low between 2004 and 2012. Between 2004 and 2012, the estimations of substitution bias show no dramatic differences across income deciles, being much greater at the top income decile.

Column 7 in Table 1 indicates that the level of substituting away from relatively expensive goods towards relatively cheaper goods substantially increased for almost each income decile during the second part of the sample period. Similar to the first period, the substitution bias was

positive for each income decile. In this respect, the Laspeyres index provided an upper bound for the cost-of-living index for the median consumer in these deciles, as estimated by the price index theory (Diewert, 1993). In terms of the size of the bias, the largest substitution biases were observed for the third income decile and the richest groups between 2012 and 2018. Like the first part of the sample period, the top decile experienced the highest substitution bias after the commodity boom ended. Unlike during the 2004-2012 period, the lowest substitution bias was experienced by the poorest households. During the inflationary period, the lowest substitution bias among the poorest households can be explained by their very limited scope for adjusting consumption patterns: tight budget constraints and narrow choice sets restrict their ability to substitute across goods when relative prices change. By contrast, the highest substitution bias observed for the top income decile reflects their much greater room to alter their consumption baskets in response to relative price changes, as richer households have access to a wider range of products and closer substitutes.

When comparing intertemporal changes in substitution bias across income groups, the differences are readily apparent. The large increase in the substitution bias between the two periods might be explained by the inflation rate. In the literature, empirical evidence demonstrates that there is a positive correlation between the level of inflation and the dispersion of relative prices[4,5] (Braithwait, 1980; Grier and Perry, 1996). Table 1 and Figure 1 below show that Argentinian households experienced a higher inflation rate during the years between 2012 and 2018 than in the first term of the sample period. By implication, the larger substitution bias between 2012 and 2018 might be explained by the inflationary characteristic of the period.

5. Conclusion

This study compared cost-of-living indices specific to income groups in Argentina between 2004 and 2018 using the Laspeyres and Törnqvist methods to reveal how substitution bias changed both over time and across the income distribution. The findings indicate that substitution bias was low and relatively homogeneous between 2004 and 2012, but increased significantly during the period of accelerating inflation after 2012. It was observed that the fixed-basket Laspeyres index systematically overestimated the increase in the cost of living, particularly under high inflation conditions, and that this bias was not uniform across income groups.

The distributional results reveal that substitution behaviour is heterogeneous across income groups. While narrow budget constraints and limited consumption options reduce substitution capacity in the lowest-income group, a broad choice set and access to alternative products in the highest-income group facilitate stronger consumption adjustments. This leads to higher levels of substitution bias, particularly in higher-income groups. The study demonstrates that considering the method used to measure the cost of living and the expenditure weights across income groups is critical to producing more accurate and comparable indices.

References

Balk, B.M. (1990) 'On calculating cost-of-living index numbers for arbitrary income levels', *Econometrica*, 58(1). Available at: https://doi.org/10.2307/2938335.

[4]It is important to note that Braithwait (1980) explains that this relationship between the dispersion in relative prices and the inflation rate need not be always true. For instance, Reinsdorf (1994) finds negative relationship in the US over the period of recession.

[5]The discussion is beyond the scope of the paper. However, for pioneering papers related to this discussion, see: Parks (1978) and Vining and Elwertowski (1976).

Boskin, J. (1996) *Toward a more accurate measure of the cost of living: Final report to the Senate Finance Committee*. Washington, DC: Advisory Commission to Study the Consumer Price Index.

Braithwait, S.D. (1980) 'The substitution bias of the Laspeyres price index: An analysis using estimated cost-of-living indexes', *American Economic Review*, 70(1).

Cavallo, A. and Bertolotto, M.I. (2016) 'Filling the gap in Argentina's inflation data', *SSRN Electronic Journal* [Preprint]. Available at: https://doi.org/10.2139/ssrn.2782104.

CEDLAS and World Bank LAC Poverty Group (2014) *A guide to SEDLAC*. Available at: https://www.cedlas.econo.unlp.edu.ar/wp/wp-content/uploads/Methodological_Guide_v201404.pdf (Accessed: 29 December 2022).

Crawford, I. (1998) *Cost of living indices*. PhD Thesis, University College London. Available at: https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10099484.

Cox, T.L. and Wohlgenant, M.K. (1986) 'Prices and quality effects in cross-sectional demand analysis', *American Journal of Agricultural Economics*, 68(4), pp. 908–919.

Deaton, A. (1987) 'Estimation of own- and cross-price elasticities from household survey data', *Journal of Econometrics*, 36(1–2), pp. 7–30.

Deaton, A. and Muellbauer, J. (1980) *Economics and consumer behavior*. Cambridge: Cambridge University Press. Available at: https://doi.org/10.1017/CBO9780511805653.

Deaton, A. and Zaidi, S. (2002) 'Guidelines for constructing consumption aggregates for welfare analysis', *World Bank Living Standards Measurement Study Working Paper* No. 135. Washington, DC: The World Bank.

Diewert, W.E. (1976) 'Exact and superlative index numbers', *Journal of Econometrics*, 4(2), pp. 115–145. Available at: https://doi.org/10.1016/0304-4076(76)90009-9.

Diewert, W.E. (1993) 'The early history of price index research', in *Essays in index number theory*. Amsterdam: North-Holland.

Diewert, W.E. and Fox, K.J. (2022) 'Substitution bias in multilateral methods for CPI construction', *Journal of Business & Economic Statistics*, 40(1), pp. 355–369.

Graf, B. (2020) *Consumer price index manual 2020: Concepts and methods*. Washington, DC: International Monetary Fund.

Grier, K.B. and Perry, M.J. (1996) 'Inflation, inflation uncertainty, and relative price dispersion: Evidence from bivariate GARCH-M models', *Journal of Monetary Economics*, 38(2), pp. 391–405. Available at: https://doi.org/10.1016/S0304-3932(96)01280-9.

Hausman, J. (2003) 'Sources of bias and solutions to bias in the consumer price index', *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), pp. 23–44. Available at: https://doi.org/10.1257/089533003321164930.

Huang, K.S. and Lin, B.-H. (2000) *Estimation of food demand and nutrient elasticities from household survey data*. Technical Bulletin No. 1887. Washington, DC: United States Department of Agriculture.

Konüs, A.A. (1939) 'The problem of the true index of the cost of living', *Econometrica*, 7(1), pp. 10–29. Available at: https://doi.org/10.2307/1906997.

Malmquist, S. (1953) 'Index numbers and indifference surfaces', *Trabajos de Estadística*, 4(2), pp. 209–242.

Manser, M.E. and McDonald, R.J. (1988) 'An analysis of substitution bias in measuring inflation, 1959–85', *Econometrica*, 56(4), pp. 909–930. Available at: https://doi.org/10.2307/1912704.

Parks, R.W. (1978) 'Inflation and relative price variability', *Journal of Political Economy*, 86(1), pp. 79–95. Available at: https://doi.org/10.1086/260648.

Reinsdorf, M. (1994) 'New evidence on the relation between inflation and price dispersion', *American Economic Review*, 84(3), pp. 720–731.

Schultze, C.L. (2003) 'The consumer price index: Conceptual issues and practical suggestions', *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), pp. 3–22. Available at: https://doi.org/10.1257/089533003321164921.

Vining, D.R. and Elwertowski, T.C. (1976) 'The relationship between relative prices and the general price level', *American Economic Review*, 66(4), pp. 699–708.

ÖĞRETMEN ADAYLARININ "ÖĞRETMENİN TOPLUMDAKİ YERİ"NE İLİŞKİN METOFORİK ALGILARI
METAPHORİCAL PERCEPTİONS OF PROSPECTİVE TEACHERS REGARDİNG THE "PLACE OF TEACHERS İN SOCİETY"

Gülşen ALTINTAŞ

Dr. Öğr. Görevisi, Manisa Celâl Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Programları ve Öğretimi Anabilim Dalı

İrem Ceyda KURT

Yüksek Lisans Öğrencisi Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Temel Eğitim Anabilim Dalı

Özet

Bu araştırmanın amacı; sınıf öğretmenliği bölümü öğretmen adaylarının "Öğretmenin Toplumdaki Yeri" ne ilişkin algılarını metaforlar aracılığı ile ortaya çıkarmaktır. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adaylarından " Öğretmenlerin Toplumdaki Yeri" ne ilişkin metafor üretmeleri istenmiştir. Nitel olarak desenlenen araştırmanın katılımcılarını, 2023-2024 öğretim yılında Balıkesir ili Balıkesir Üniversitesi Necati Bey Eğitim Fakültesi ve Manisa Celal Bayar Üniversitesi Demirci Eğitim Fakültesinde okuyan sınıf öğretmenliğinde çeşitli sınıflarda okuyan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırma verileri katılımcıların "öğretmenin toplumdaki yeri ……benzer; çünkü ….." cümlesini tamamlayarak öğretmenin toplumdaki yeri ile ilgili düşüncelerini yansıtan metaforlarla elde edilmiştir. Araştırmada, toplanan veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, öğretmen adayları tarafından "öğretmenin toplumdaki yeri" kavramına yönelik toplam 189 metafor geliştirilmiştir. Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğinin toplumdaki statüsüne ilişkin algılarını ortaya koyan zengin ve çeşitli bir metafor yelpazesi oluşturdukları görülmüştür. Manisa Celal Bayar Üniversitesi ve Balıkesir Necatibey Eğitim Fakültesi'nden farklı sınıf düzeylerindeki öğretmen adaylarından toplanan verilerin analizi sonucunda, metaforlar dört ana tema altında toplanmıştır. Bunlar, yol gösterici ve aydınlatıcı, şekillendirici ve temel oluşturucu, ailevi ve koruyucu ile olumsuz ve sorunlu statü olarak belirlenmiştir. Öğretmen adayları öğretmenlik mesleğinin en temel ve idealize edilmiş misyonunun, zihinlerinde halen çok canlı olduğunu görülmüştür. Yine öğretmen adayları, öğretmeni besleyici ve hayat verici bir kaynak olarak konumlandırarak, mesleğin toplum için vazgeçilmez olduğunu, mesleği sıklıkla ailevi bağlarla ilişkilendirmelerinin yanında öğretmenlik mesleğinin toplumdaki statüsüne ilişkin kaygı, hayal kırıklığı ve eleştiri, mesleğin hak ettiği değeri görmediği inancını açıkça ortaya kayan metaforlar izlenmiştir. Ayrıca kadın öğretmen adayları ailevi ve koruyucu metaforlara daha yatkınken, erkek öğretmen adayları şekillendirici ve olumsuz metaforları daha sık kullandıkları görülmüştür. Balıkesir Necati Bey eğitim fakültesi öğretmen adaylarının oluşturdukları mesleğin teknik ve sistemsel boyutuna daha fazla vurgu yaparlarken, Manisa Celal Bayar Üniversitesi eğitim fakültesi öğretmen adayları duygusal bağ vurgusunun daha güçlü olduğu görülmektedir. Her iki üniversite arasında metafor tercihlerinde belirgin bir kültürel fark olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Statü, Toplum, Metafor, Öğretmen, Öğretmen Adayı

METAPHORICAL PERCEPTIONS OF PROSPECTIVE TEACHERS REGARDING THE "PLACE OF TEACHERS IN SOCIETY"

Abstract

The purpose of this study is to reveal the perceptions of teacher candidate classroom teachers regarding the "Role of the Teacher in Society" through metaphors. For this purpose, the teacher candidate teachers were asked to produce metaphors related to the "Role of Teachers in Society." The participants of this qualitatively designed study consisted of teacher candidate classroom teachers studying at various grade levels in the Departments of Classroom Teaching at Necati Bey Faculty of Education, Balıkesir University, and Demirci Faculty of Education, Manisa Celal Bayar University, during the 2023–2024 academic year. The research data were obtained through metaphors produced by the participants by completing the sentence: "The role of the teacher in society is like …… because ……." The collected data were analyzed using content analysis. As a result of the study, a total of 189 metaphors were generated by the teacher candidate teachers regarding the concept of "the role of the teacher in society." It was observed that the participants produced a rich and diverse range of metaphors that reflected their perceptions of the social status of the teaching profession. The analysis of the data collected from teacher candidate teachers across different grade levels at Manisa Celal Bayar University and Balıkesir University revealed that the metaphors clustered under four main themes: guiding and enlightening, shaping and foundational, familial and protective, and negative and problematic status. The findings suggest that the most fundamental and idealized mission of the teaching profession remains vivid in the minds of teacher candidate teachers. Moreover, by positioning teachers as a nurturing and life-giving source, the participants emphasized the indispensable nature of the profession for society. Alongside metaphors frequently associated with familial ties, metaphors revealing concerns, disappointment, and criticism about the social status of the teaching profession—reflecting the belief that the profession does not receive the appreciation it deserves—were also evident. Additionally, female teacher candidate teachers tended to use more familial and protective metaphors, whereas male teacher candidate teachers more frequently employed shaping and negative metaphors. It was also observed that teacher candidate teachers from Necati Bey Faculty of Education, Balıkesir University placed greater emphasis on the technical and systemic aspects of the profession, while those from Manisa Celal Bayar University highlighted emotional bonds more strongly. These findings indicate a notable cultural difference between the two universities in terms of metaphor preferences.

Keywords: Status, Society, Metaphor, Teacher, Teacher Candidate

Giriş

Eğitim gündelik hayat içinde etkileşimli olmanın ana kapılarından biridir. Eğitim, toplumun ihtiyaçları doğrultusunda toplumun inşası için nitelikli insan yetiştirme ve ortaya çıkan problemlerin çözüm önerilerini sürekli kılma zorunluluğundan dolayı oldukça önemlidir. Eğitim, bireyin özgürleşmesinin yanında sosyalleşmesini destekleyen, toplumun yeniden kurulması ve korunmasına öncülük eden bir yapıdır. Bu yapının en temel unsurlarından biri öğretmenlik mesleğidir. Öğretmenlik mesleği bilinen en eski mesleklerden biridir. Toplumun maddi, manevi itici gücüdür. Öğretmen, her toplumda insan yetiştirme düzeninin vazgeçilmez bir unsurudur.

Geçmişten bu yana öğretmenler temsil ettiği topluma ait değer, duygu ve düşüncelerin yeni

kuşaklar tarafından kazanılmasına destek vererek, toplumda bir etki yaratma gücüne sahiptirler. Özpolat'ın (2002) Boulding'den (1968) aktardığına göre " Bir neslin kişilik yapısı, öncelikle bir önceki neslin çocuk yetiştirme tekniklerine bağlıdır." şeklindeki ifadesi öğretmenlik mesleğinin etkisini ortaya koymaktadır. Öğretmen, bireyin bilişsel ve psiko-sosyal gelişiminde can alıcı öneme sahip olunan bir dönemde çocukları etkileyerek gelecek nesillerin bilişsel gelişimlerini besleyen; bireyin kendine, topluma ve kendi dışındaki dünyaya karşı tutumlarının çerçevesini çizen ve şekillendirmeye başlayan; gelecek nesillerin yaşama biçimini büyük ölçüde etkileyen iletişim, araştırma, analitik düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve estetik becerilerinin gelişimini hızlandıran kişidir (Genç; 2005).
Bugün davranış mühendisi olarak adlandırılan öğretmenin her yönüyle nitelikli bir şekilde yetiştirilmesi gerekmektedir. Öğretmenlik mesleği ve eğitimin niteliği zaman içinde değiştiği, öğretmenlik mesleğine toplumun verdiği önemin azaldığı birçok araştırmada görülmektedir (Dolton, Marcenaro, Vries ve She, 2018; Nakip, 2015; Özkan, 2012; Torun, 2010; Yetim ve Göktaş, 2004). Öğretmenlik mesleği diğer meslekler gibi toplum tarafından algılanış biçimi Global öğretmen indeksine(2018) göre ülkeler arasında farklılaştığı görülmektedir. Eğitime verilen değer ne kadar yüksekse, toplum içinde mesleğin seçimini, mesleğe nitelikli insanların katılımını, çalışanların mesleklerine karşı tutum ve kalitelerini, verimliliklerini sorguladığı, toplumdaki yerini daha prestijli algılanmasına katkı sağladığı görülmektedir (De Wet, 2016; Fwu ve Wang, 2002). Bu durumda nitelikli bir öğretmen nitelikli bir eğitimin temel taşıdır, bunun için de öğretmenin eğitimde taşıdığı önem hiçbir zaman göz ardı edilemez. Toplumda öğretmenlik mesleğine yönelik algıları, bireylerin öğretmen olmaya yönelik isteklilik düzeyleri, öğretmen kazançları, öğretmene duyulan saygı, toplumun eğitim sistemine güven düzeyleri vb. değişkenler olarak karşımıza çıkmaktadır (Göker ve Gündüz, 2017).

Günümüzde yapılan çalışmalarda "sınıf öğretmenlerinin statüsü", "öğretmenlerin statüsü" anahtar kelimeleri ile yapılan aramalarda bu konuda hazırlanmış bir metafor çalışmasına, karşılaştırma çalışmasına rastlanmamıştır. Metafor çalışması olarak ; "Sınıf Öğretmenlerinin 'Oyunla Öğretim' Kavramına İlişkin Algıları: Bir Metafor Çalışması" (Yaman, 2020) "Birleştirilmiş Sınıf ve Müstakil Sınıf Öğretmenlerinin Okul Kavramı ile İlgili Metaforlarının Karşılaştırılması " (Erdost Özenir ve Budak, 2022) "Sınıf öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının montör-menti ilişkisine yönelik algıları: bir metaforik çalışma" (Sarı, Dağ, Taşğın, 2020) "Velilerin sınıf öğretmenlerine yönelik metaforik algıları" (Erdem, Kaf, 2022) "İlköğretim sınıf öğretmenlerinin sınıfa ve sınıf yönetimine ilişkin metaforik bakışları: karşılaştırmalı bir durum çalışması" (Örücü, 2014) "Sınıf öğretmenlerinin sınıf kavramına ilişkin sahip oldukları algıların metaforlar yardımıyla incelenmesi" (Paliç, 2018) çalışmaları literatürde yer almaktadır. Öğretmenlerin statüleri hakkında; "Öğretmenlerin, öğretmenlik mesleği ve öğretmenliğin toplumsal statüsüne ilişkin görüşlerinin belirlenmesi" (Aydın, Canavar, Akkın, 2018) gibi çalışmalar literatürde yer almaktadır. Öğretmen yetiştiren eğitim fakültelerindeki öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğinin toplumdaki statüsünün, metaforik olarak nasıl algıladığının ortaya konulması, meslek algısının düzenlenmesine, öğretmenlik mesleğinin niteliğinin arttırılmasına ve eksikliklerinin giderilmesi, kritik durumlarının dikkate alınarak olumsuz tutum ve davranışların önüne geçilmesi açısından katkı sağlaması önemlidir.
Eğitimin farklı değişkenleri bünyesinde barındırması ve bu sistemlerde meydana gelen her türlü değişimden etkilenmesi sebebiyle, eğitim sorunları karmaşık bir süreç olarak karşımızda durmaktadır. Eğitimin bir basamağındaki sorun hem önceki basamakları hem de sonraki basamakları etkilemektedir. Okul öncesi eğitimdeki yetersizlikler, ilköğretimde eğitimi etkilediği gibi ortaöğretimdeki nitelik sorunları da ilköğretim üzerinde bir baskı meydana getirmektedir. Bu nedenle temel eğitimdeki sorunların etkisi hem ortaöğretim hem de yükseköğretimde dolayısıyla da toplumda yankı bulacaktır. Eğitimin en önemli

basamaklarından biri temel eğitimdir. Temel eğitimin sorunları irdelendiğinde eğitim politikasından, eğitim programından, eğitim felsefesinden, öğretmen ve öğrenci niteliklerinden, eğitim yönetiminden ve finansmanından kaynaklanan pek çok sorun gündeme gelmektedir. Eğitimin en önemli işlevlerinden biri kültürün aktarım yoluyla bireylerin toplumsallaşmasını sağlamaktır. Dolayısıyla eğitimin bu işlevinin göz ardı edilmesi, eğitim yoluyla gelecek nesillerin yetiştirildiğinin farkında olunmaması, bugünün çocuklarının ve gençlerinin toplumun bir parçası ve geleceğe yönelik bir yatırım olarak görülmemesi önemli problemleri de beraberinde getirmektedir (Sarıbaş, Babadağ, 2015).
Bu araştırmanın amacı; öğretmen adaylarının, öğretmenin toplumdaki yerine ilişkin algılarını metaforlar aracılığı ile ortaya çıkarmaktır. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adaylarından, öğretmenin toplumdaki yerine ilişkin metaforlar üretmeleri istenmiştir. Bu bağlamda; öğretmenlik mesleğinin toplumdaki statüsünün öğretmen adayları tarafından metaforik olarak nasıl algılandığını belirlenmesi ve mesleklerine karşı olumlu tutum geliştirebilmeleri, eğitim camiasına farklı bir bakış açısı sunmaya çalışması bakımından önemlidir.

Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmaya çalışılmıştır:

1- Öğretmen adaylarının öğretmenin toplumdaki yerine ilişkin oluşturdukları metaforlar nelerdir?

2- Öğretmen adaylarının öğretmenin toplumdaki yerine ilişkin kullandıkları metaforlar, sahip oldukları ortak özellikler bakımından hangi kavramsal kategoriler altında toplanmaktadır?

3- Öğretmen adaylarının öğretmenin toplumdaki yerine ilişkin kullandıkları metaforlar katılımcı türüne göre (cinsiyet, çift anadal yapıp yapmama, üniversite, sınıf,) benzerlik/farklılık göstermekte midir?

Yöntem

Öğretmen adaylarının öğretmenin toplumdaki yerine ilişkin algılarına yönelik kullandıkları metaforları ortaya çıkarmayı amaçlayan bu araştırma nitel olarak desenlenmiştir. Nitel araştırma, gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama araçlarının kullanıldığı, algı ve olayların doğal seyri içerisinde gerçekçi ve bir bütün olarak ortaya konmasını amaçlayan bir sürecin izlendiği araştırmadır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Araştırmanın verileri metaforlar aracılığıyla toplanmıştır. Nitel araştırmalarda mecazlar bir durumu betimlemek ve bir süreci hızlandırmak, iyileştirmek için kullanılırlar. Metaforlar betimleme amacıyla kullanıldığında bir durum, olay veya olgu olduğu haliyle betimlenir, resmedilir (Morgan, 1986; akt, Yıldırım ve Şimşek, 2005). Araştırma verilerin düzenlenmesinde ve analizinde ise nitel araştırma desenlerinden içerik analizi teknikleri kullanılmıştır. Araştırmada öğretmen adayları öğretmenin toplumdaki yerine ilişkin oluşturdukları metaforlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırmanın katılımcılarını, 2023-2024 öğretim yılında Balıkesir ili Balıkesir Üniversitesi Necati Bey Eğitim Fakültesi ve Manisa Celal Bayar Üniversitesi Demirci Eğitim Fakültesin okuyan sınıf öğretmenliğinde çeşitli sınıflarda okuyan öğretmen adayları oluşturmaktadır.

Veri Toplama Aracının Hazırlanması

Araştırmanın veri toplama aracını hazırlarken ilgili alanyazın taranarak, kişilerin herhangi bir konu ya da kavram hakkında sahip oldukları algıları ortaya çıkarmak için metaforların kullanıldığı araştırmalar incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, metafor araştırmalarında veri toplamak için kullanılan yöntemlerin genellikle aşağıdaki gibi yoğunlaştığı görülmüştür.

- Yarı yapılandırılmış sorular sorarak (okul…….. benzer; çünkü ……) (Aydın & Ünaldı, 2010; Döş, 2010; Yazıcı, 2009; Saban, 2009; Linn, Siberman & Gill, 2007; Inbar, 1996).
- Araştırılan konuya ilişkin metafor listesi verip, katılımcıların tercih ettikleri metaforları seçmeleri istenerek (Çetin ve Evcim, 2009; Oğuz, 2009; Kasoutas & Katerine, 2009; Cerit, 2008; Semerci, 2007; Küçükali, 2001, Mahlios & Maxson, 1998).
- Gözlem ve görüşme yoluyla (Girmen, 2007; Johnson, 2006; Brownw Ferrigno, 2003; Monroe, 2003; Pantina, 1991).
- Alanyazın taraması yaparak (Botha, 2009; Taber, 2007; Taber ve Cole, 2010; Çelikten, 2006; Doyle, 2003; Monroe, 2003).

Bu araştırmaların incelenmesi sonucunda katılımcıların öğretmen adaylarının "öğretmenin toplumdaki yeri" ne yönelik metaforlarını ortaya çıkarmak için yarı yapılandırılmış veri toplama aracı hazırlanmış ve katılımcılardan "öğretmenin toplumdaki yeri ……benzer; çünkü …." cümlesini tamamlayarak öğretmenin toplumdaki yeri ile ilgili düşüncelerini yansıtan metaforlar üretmeleri istenmiştir.

Uygulamada öğretmen adaylarından veri toplama aracı, araştırmacı tarafından sınıf öğretmenlerine dağıtılarak kendi el yazıları ile doldurmaları istenmiştir. Uygulamaya katılım gönüllü olunmasına, katılmak istemeyen öğretmen adayları araştırmanın dışında tutulmasına dikkat edilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada, toplanan veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. İçerik analizinde temel amaç, araştırma sonucunda elde edilen verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için yapılan işlem ise, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır (Yıldırım & Şimşek, 2005).

Analiz sürecinde betimsel analiz teknikleri de kullanılmıştır. Betimsel analizde amaç araştırma sonucunda elde edilen bilgileri düzenlenmiş ve yorumlanmış bir şekilde okuyucuya sunmaktır. Bu amaçla elde edilen veriler, öncelikle sistematik ve açık bir biçimde betimlenir. Daha sonra yapılan bu betimlemeler açıklanır ve yorumlanır, neden-sonuç ilişkileri incelenir ve birtakım sonuçlara ulaşılır. Betimsel analizde ayrıca, bireylerin görüşlerini yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara sık sık yer verilir (Yıldırım & Şimşek, 2005).

Araştırmanın katılımcılarının ürettikleri metaforların analiz edilmesi ve yorumlanması süreci aşağıda açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiştir.

Adlandırma Aşaması: Bu aşamada, katılımcılar tarafından öğretmen adaylarının oluşturdukları bütün ifadeler alfabetik sıraya göre listelenecek ve ifadenin kaç kişi tarafından üretildiği tespit edilmiştir. Bu aşamada bazı katılımcıların birden fazla metafor üretip üretmedikleri veya boş bırakıp bırakmadıkları belirlenmiştir.

Eleme Aşaması: İlk aşamada katılımcılar tarafından ortaya konan ve alfabetik olarak sıralanan ifadelerin tamamı derinlemesine incelenmiş katılımcıların ilgili bir metaforu belirgin olarak üretip üretmediğinin belirlenmeye çalışılmıştır. Bu inceleme sonucunda herhangi bir metafor ifadesi taşımayanlar ve boş bırakılan formlar elenmiştir.

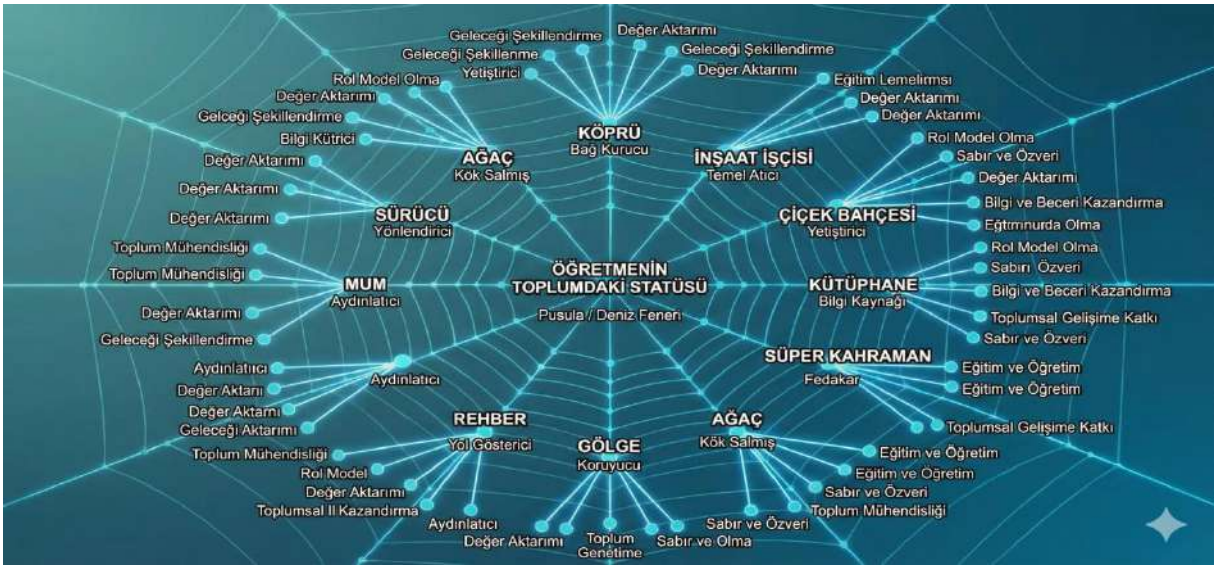
Tekrar Derleme Aşaması: Bu aşamada oluşturulan kriterlere uymayan kağıtların ayıklanmasından sonra elde edilen geçerli metaforlar tekrar alfabetik sıraya göre dizilecek ve belirtilme sıklıkları hesaplanmıştır. Ayrıca katılımcı ifadelerinden her metafor için gerekçeleriyle birlikte o metaforu en iyi temsil ettiği düşünülen örnek metafor listeleri oluşturulmuştur.

Tema Geliştirme Aşaması: Bu aşamada katılımcıların öğretmenin toplumdaki yerini açıklamak için ürettikleri metaforlar ortak özellikleri açısından incelenmiştir.

Geçerlik ve Güvenirliğin Sağlanması Aşaması:
Yıldırım ve Şimşek (2005), nitel araştırmalarda toplanan verilerin ayrıntılı olarak rapor edilmesi ve araştırmacının sonuçlara nasıl ulaştığını açıklamasının geçerliğin önemli ölçütleri arasında olduğunu belirtmişlerdir.
Betimsel analiz tekniğinin kullanıldığı nitel araştırmalarda katılımcıların görüşlerine doğrudan yer vermek ve bunlardan yola çıkarak sonuçları açıklamak geçerlik için önemli bir etkendir (Ratcliff, 1995). Bu nedenle bu araştırmanın geçerliğinin sağlanması için veri analizi süreci ayrıntılı olarak açıklanacak, verilerin analizinde ve yorumlanmasında katılımcıların kendi ifadelerine doğrudan yer verilecek ve üretilen metaforların tamamına bulgular kısmında yer verilerek gerekli açıklamalar yapılacaktır.
Ayrıca geçerlik için bir diğer önemli etken ise ilgili araştırmalar arası tutarlılıktır (Ratcliff, 1995). Bu nedenle alanyazın incelecek ve yapılan benzer araştırmalarla benzer bulguların değerlendirilmesi yapılacaktır.
Nitel araştırmalarda geçerlik, araştırmanın araştırdığı olguyu, olduğu biçimiyle ve olabildiğince yansız olarak gözlemesi ve elde etmesi anlamına gelmektedir (Kirk & Miller, 1986; akt, Yıldırım & Şimşek, 2005). Bu nedenle araştırma süresince katılımcılara metafor üretmeleri aşamasında yönlendirici herhangi bir örnek verilmeden, telkinde bulunulmayarak ve katılımcıların sadece kendi düşüncelerini yansıtmaları istenmiştir. Katılımcıların ifadelerinden yapılan alıntılarda alıntının hangi katılımcı tarafından üretildiğine ilişkin kişisel bilgiler söz konusu alıntının hemen sonunda parantez içinde öğrenci, üniversite, cinsiyet ve numara olarak (ÖMCBK2) şeklinde kodlanmış olarak verilmiştir
Araştırmanın iç güvenirliğini sağlamak içinse, verilerin analizi sonucunda elde edilen metaforların elenme aşamasında uzman görüşüne başvurulmuştur.

BULGULAR

Araştırmaya katılan katılan 215 sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının "öğretmenin toplumdaki yeri"ni açıklamak için oluşturmuş oldukları metaforlarla ilgili olarak bulgular tespit edilmiştir.
Araştırmaya katılan öğretmen adayları tarafından "öğretmenin toplumdaki yeri" kavramına yönelik toplam 189 metafor geliştirilmiştir. Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğinin toplumdaki statüsüne ilişkin algılarını ortaya koyan zengin ve çeşitli bir metafor yelpazesi oluşturdukları görülmektedir.



Manisa Celal Bayar Üniversitesi ve Balıkesir Necatibey Eğitim Fakültesi'nden farklı sınıf düzeylerindeki öğretmen adaylarından toplanan verilerin analizi sonucunda, metaforlar dört

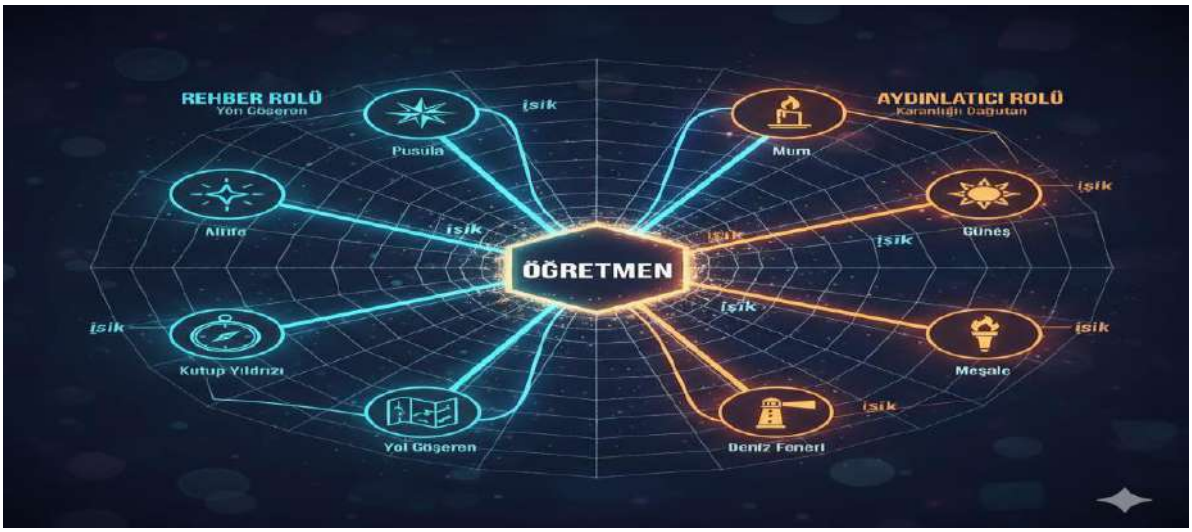
ana tema altında toplanmıştır: Yol Gösterici ve Aydınlatıcı, Şekillendirici ve Temel Oluşturucu, Ailevi ve Koruyucu ile Olumsuz ve Sorunlu Statü olarak belirlenmiştir.

1. Yol Gösterici ve Aydınlatıcı Metaforlar

En belirgin ve sık tekrarlanan tema, öğretmeni bir yol gösterici ve aydınlatıcı olarak konumlandıran metaforlardan oluşmaktadır.

Tablo 1.Öğretmen Adaylarının "Öğretmenin Toplumdaki Yeri" Kavramına Yönelik Sahip Oldukları Metafor Teması 1: Yol Gösterici ve Aydınlatıcı Metafor Dağılımları

Ana Tema	Alt Tema	Kod (Metafor)	Frekans (f)
1. Yol Gösterici & Aydınlatıcı	**1.1. Aydınlatıcı Kaynak**	Işık / Mum / Meşale	25
		Güneş	9
		Deniz Feneri / Fener	6
		Lamba / Meşale	5
	1.2. Yön Gösterici Araç	Pusula	15
		Rehber / Kılavuz	13
		Kutup Yıldızı	3
		Harita / Yol Haritası / Navigasyon	4
	Alt Toplam		**80**



Şekil 1. Yol Gösterici ve Aydınlatıcı Metafor Yapıları

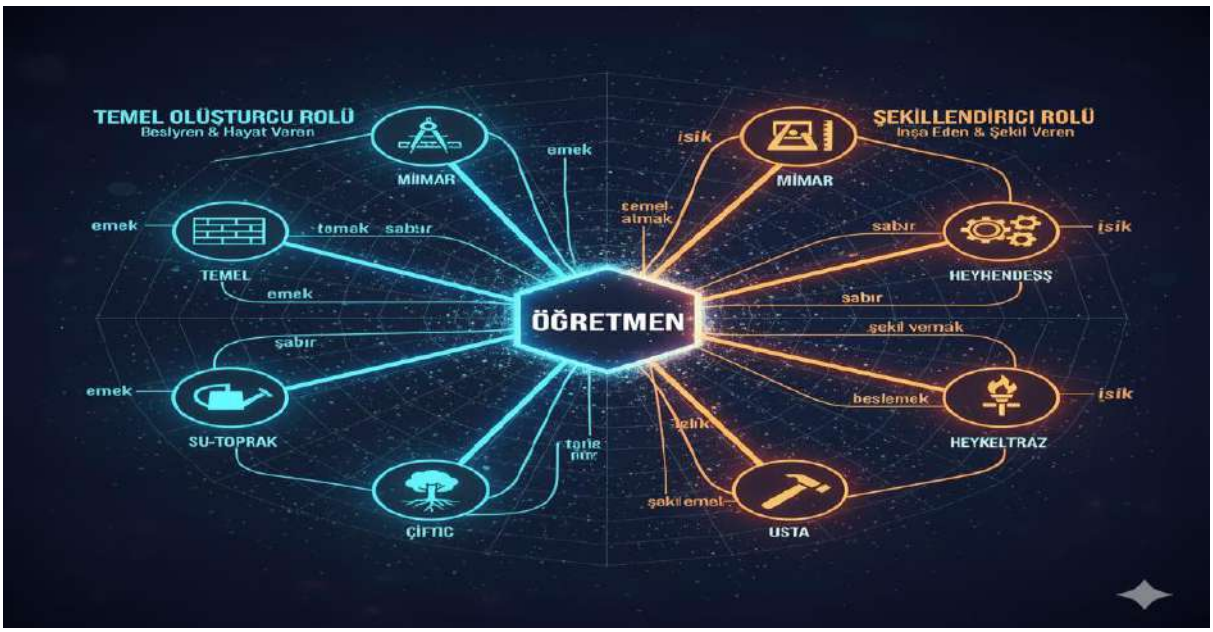
Bu kategoride, "ışık", "mum", "meşale", "güneş" ve "deniz feneri" gibi metaforlar, mesleğin "aydınlatma" işlevine vurgu yapmaktadır. Öğretmen adayları, "Öğretmenler, öğrencilerin karanlığını aydınlatır(ÖBNEK161)" ve "Yanında yürüyen her bir bireyin yolunu aydınlatır(ÖMCBUK28)" gibi ifadelerle, öğretmenin bilginin kaynağı olduğu ve cehaleti dağıttığı yönündeki geleneksel algıyı yansıtmışlardır. Benzer şekilde, "pusula", "kutup yıldızı", "rehber" ve "harita" gibi metaforlar ise "yön gösterme" ve "hedef belirleme" rollerini ön plana çıkarmaktadır. Bir katılımcının "Öğretmen bir toplumu ilerleten, yol gösteren ve birçok alanda örnek olan eğitimcidir(ÖBNEE129)" şeklindeki açıklaması, bu algının tipik bir örneğidir. Bu metaforlar, öğretmenlik mesleğinin en temel ve idealize edilmiş misyonunun, adayların zihninde halen çok canlı olduğunu göstermektedir.

2. Şekillendirici ve Temel Oluşturucu Metaforlar

İkinci önemli tema, öğretmeni toplumun ve bireyin inşasında aktif bir rol üstlenen bir figür olarak betimleyen metaforlardan oluşmaktadır.

Tablo 2.Öğretmen Adaylarının "Öğretmenin Toplumdaki Yeri" Kavramına Yönelik Sahip Oldukları Metafor Teması 2: Şekillendirici ve Temel Oluşturucu Metafor Dağılımları

Ana Tema	Alt Tema	Kod (Metafor)	Frekans (f)
2. Şekillendirici & Besleyici	**2.1. İnşacı & Sanatçı**	Mimar / Mühendis	7
		Heykeltıraş	1
		Bahçıvan / Çiftçi	5
		Temel / Bina Temeli	3
	2.2. Doğal Kaynak & Besleyici	Ağaç	9
		Su	3
		Toprak	2
		Anne (Besleyici yönüyle)	4
	Alt Toplam		**34**



Şekil 2. Şekillendirici ve Temel Oluşturucu Metafor Yapıları

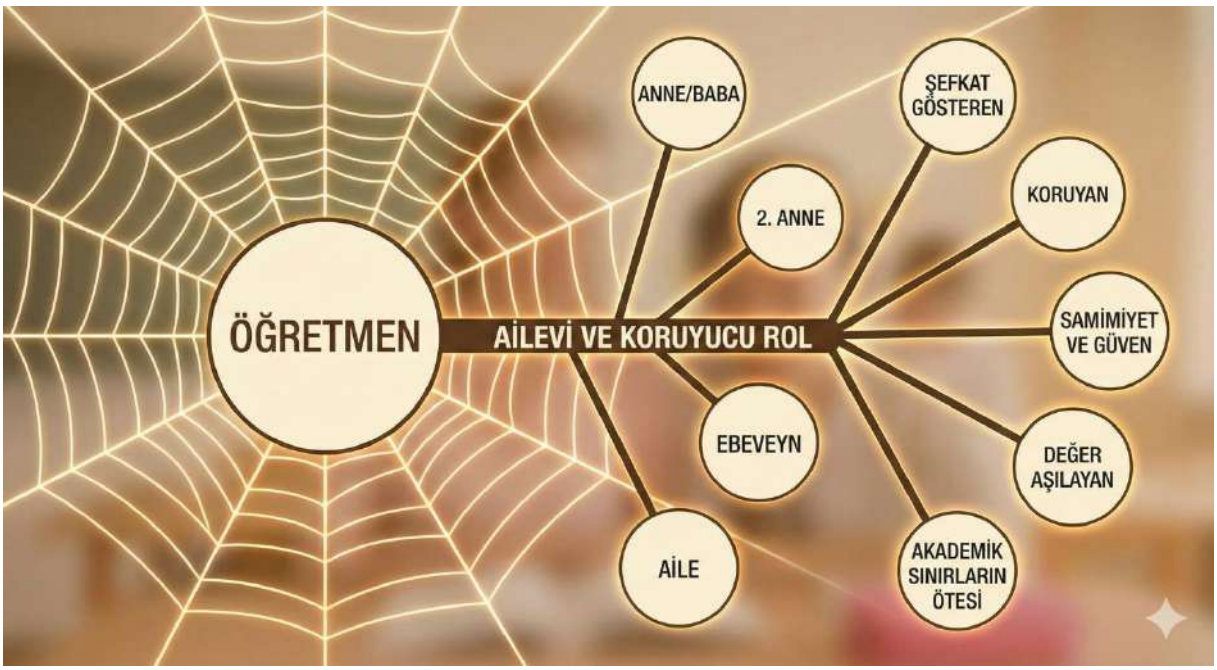
Öğretmen adaylarının oluşturduğu metaforlar; "Mimar", "mühendis", "heykeltıraş" ve "usta" gibi metaforlar, öğretmenin "inşa etme" ve "şekil verme" işlevine odaklanmaktadır. "Öğretmenler toplumların geleceğini inşa ederler(ÖBNEK180)" ve "Heykeltıraş şekilsiz bir hamuru şekillendirir(ÖBNEK130), "Öğretmen ise içi boş çocukları eğitip ona güzel bir amaç verir(ÖMCBUK61)" ifadeleri, bu yapıcı ve dönüştürücü rolü güçlü bir şekilde vurgulamaktadır. "Temel", "bahçıvan" ve "çiftçi" metaforları ise emeğin, sabrın ve sağlam bir alt yapı oluşturmanın önemini simgelemektedir. "Bir tarlaya ne ekersen onu biçersin(ÖBNEK127)" benzetmesi, öğretmenin yatırımının uzun vadeli sonuçlarını ortaya koymaktadır. Ayrıca, "ağaç", "su" ve "toprak" gibi doğal metaforlar, öğretmeni besleyici ve

hayat verici bir kaynak olarak konumlandırarak, mesleğin toplum için vazgeçilmez olduğu fikrini pekiştirmektedir.

3.Ailevi ve Koruyucu Metaforlar

Tablo 3. Öğretmen Adaylarının "Öğretmenin Toplumdaki Yeri" Kavramına Yönelik Sahip Oldukları Metafor Teması 3: Ailevi ve Koruyucu Metafor Dağılımları

Ana Tema	Alt Tema	Kod (Metafor)	Frekans (f)
3. Ailevi & Koruyucu	**3.1. Ebeveyn Figürü**	Anne / Baba / Ebeveyn	28
		Aile	8
		2. Anne	2
	3.2. Koruyucu & Şefkatli	Koruyucu	2
		Şefkat	1
	Alt Toplam		**41**



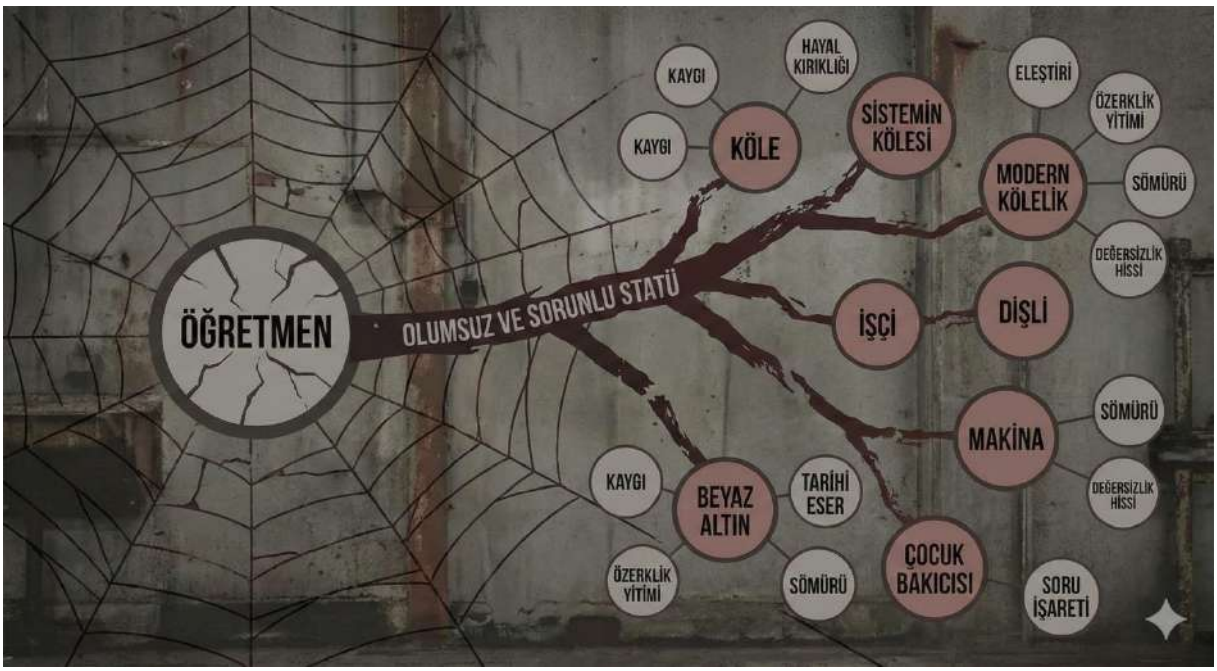
Şekil 3. Ailevi ve Koruyucu Metafor Yapıları

Üçüncü temada öğretmen adayları, mesleği sıklıkla ailevi bağlarla ilişkilendirmiştir. Bu tema altındaki "anne/baba", "ebeveyn", "aile" ve "2. anne" gibi metaforlar, öğretmen-öğrenci ilişkisinin sınırlarını, akademinin ötesine taşımakta ve duygusal bir boyut kazandırmaktadır. Öğretmen adayları, "En az ailemiz kadar hayatımıza katkısı olur(ÖCBU43)" ve "Bizi ailemizden bile daha çok görür, ilgilenir, eğitir ve öğretir(ÖBNEK183)" şeklindeki ifadelerle, öğretmenin sadece bilgi aktaran değil, aynı zamanda şefkat gösteren, koruyan ve değer yargıları aşılayan bir rol model olduğunu belirtmişlerdir. "Onlara sarılmak annemize sarılmak gibidir(ÖMCBUK40)" ifadesi, bu bağın samimiyet ve güven düzeyini göstermesi açısından oldukça çarpıcıdır.

4.Olumsuz ve Sorunlu Statüyü Yansıtan Metaforlar

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının "Öğretmenin Toplumdaki Yeri" Kavramına Yönelik Sahip Oldukları Metafor Teması 4: Olumsuz ve Sorunlu Statüyü Yansıtan Metaforlar Dağılımları

Ana Tema	Alt Tema	Kod (Metafor)	Frekans (f)
4. Olumsuz & Sorunlu Statü	**4.1. Sömürülen & Değersiz**	Köle / Modern Köle / İşçi	8
		İşçi Sınıfı / Emekçi	4
		Değersiz / Kıymetsiz / Yok	6
	4.2. Statü Kaybı & Rol Baskısı	Çocuk Bakıcısı	4
		Makina	2
		Tarihi Eser (Keşfedilmemiş)	1
		Soru İşareti	1
	Alt Toplam		**26**



Şekil 4. Olumsuz ve Sorunlu Statüyü Yansıtan Metafor Yapıları

Dördüncü temada araştırmada en dikkat çekici öğretmen adaylarına ait bulgular, öğretmenlik mesleğinin toplumdaki statüsüne ilişkin kaygı, hayal kırıklığı ve eleştiri barındıran metaforlardan gelmektedir. Bu kategoride, öğretmen adaylarının mesleki gelecekleri hakkındaki derin endişelerini yansıtmaktadır. "Köle", "sistemin içindeki köle", "modern kölelik" ve "işçi" gibi metaforlar, öğretmeni özerkliğini yitirmiş, sömürülen ve mekanik bir şekilde çalışmak zorunda bırakılan bir figür olarak tasvir edilmektedir. "Saatin içindeki bir dişli gibi hareket ediyoruz kendi isteğimiz dışında(ÖMCBUE7)" açıklaması, bu hissiyatı özetler niteliktedir. "Çocuk bakıcısı" ve "makina" benzetmeleri ise mesleğin saygınlığının

azaldığı, pedagojik bir misyondan ziyade gündelik bir iş olarak görüldüğü algısını temsil etmektedir. Bunlara ek olarak, "tarihi eser", "beyaz altın" ve "soru işareti" gibi metaforlar, mesleğin potansiyel değeri ile toplumdaki gerçek değeri arasındaki uçuruma işaret etmektedir. "Altın kadar değerli olmasına rağmen gümüş kadar değersiz görünmektedir(ÖBNEK88" ve "Keşfedilmezse bir kenarda unutulursa çöp gibi çürümeye mahkum olur(ÖMCBUK14)" ifadeleri, adayların mesleğin hak ettiği değeri görmediği inancını açıkça ortaya koymaktadır.

Tablo 6: Öğretmen Adayların Cinsiyete Göre Metafor Dağılımı

Değişken	Tema Kodu	Frekans	Yüzde	Örnek Metaforlar
Cinsiyet				
Kadın	Ailevi ve Koruyucu	42	35%	Anne, aile, mum, bahçıvan
	Yol Gösterici	38	32%	Işık, pusula, rehber
	Şekillendirici	25	21%	Bahçıvan, çiftçi
	Olumsuz	15	12%	Beyaz altın, tarihi eser
Erkek	Şekillendirici	18	30%	Mühendis, mimar, sistem
	Olumsuz	15	25%	Köle, modern kölelik
	Yol Gösterici	20	33%	Motor gücü, lider
	Ailevi ve Koruyucu	7	12%	Baba, ebeveyn

Kadın öğretmen adayları ailevi ve koruyucu metaforlara daha yatkınken, erkek öğretmen adayları şekillendirici ve olumsuz metaforları daha sık kullanmıştır.

Tablo 7: Öğretmen Adayların Üniversitelere Göre Metafor Kategorilerinin Dağılımı

Üniversite	Tema Kodu	Frekans	Yüzde	Öne Çıkan Metaforlar	Algı Özelliği
Manisa Celal Bayar Üniversitesi	Yol Gösterici ve Aydınlatıcı	58	42%	Işık, mum, pusula, rehber, kutup yıldızı	Geleneksel, idealist
	Ailevi ve Koruyucu	42	30%	Anne, aile, ebeveyn, 2. anne	Duygusal, sıcak
	Şekillendirici ve İnşa Edici	25	18%	Temel, ağaç, su, toprak	Doğal, besleyici
	Olumsuz ve Sorunlu Statü	15	10%	Soru işareti, yok, beyaz altın	İtibar kaybı odaklı
Toplam		**140**	**100%**		
Balıkesir Necatibey Eğitim Fakültesi	Şekillendirici ve İnşa Edici	35	35%	Mühendis, mimar, heykeltıraş, usta	Analitik, yapısal
	Olumsuz ve Sorunlu Statü	30	30%	Köle, çocuk bakıcısı, makina, sistemin kölesi	Eleştirel, sömürü odaklı
	Yol Gösterici ve Aydınlatıcı	25	25%	Lider, deniz feneri, motor gücü	Modern, yönetsel

	Ailevi ve Koruyucu	10	10%	Aile üyesi, koruyucu	Sınırlı duygusallık
Toplam		**100**	**100%**		

Manisa Celal Bayar Üniversitesi eğitim fakültesi öğretmen adayların oluşturdukları metaforlarda geleneksel "yol gösterici" algı baskınken, Balıkesir Necati Bey eğitim fakültesi öğretmen adaylarının oluşturdukları metaforlarda ise "şekillendirici ve inşa edici" algısı öne çıktığı görülmektedir. Ayrıca Balıkesir Necati Bey eğitim fakültesi öğretmen adaylarının oluşturdukları olumsuz metafor kullanımı 3 kat daha fazla olduğu, mesleğin teknik ve sistemsel boyutuna daha fazla vurgu yaparlarken, Manisa Celal Bayar Üniversitesi eğitim fakültesi öğretmen adayların oluşturdukları metaforlarda duygusal bağ vurgusunun daha güçlü olduğu görülmektedir. Son olarak iki üniversite arasında metafor tercihlerinde belirgin bir kültürel fark olduğu söylenebilir.

Tablo 8: Öğretmen Adayların Sınıf Düzeyine Göre Metafor Kategorilerinin Dağılımı

Sınıf Düzeyi	Tema Kodu	Frekans	Yüzde	Öne Çıkan Metaforlar	Algı Özelliği
1. Sınıf					
	Yol Gösterici ve Aydınlatıcı	35	48%	Işık, meşale, güneş, pusula	İdealist, romantik
	Ailevi ve Koruyucu	22	30%	Anne, baba, aile, ebeveyn	Duygusal, bağlı
	Şekillendirici ve İnşa Edici	13	18%	Ağaç, su, toprak	Doğal, temel
	Olumsuz ve Sorunlu Statü	3	4%	İşçi	Sınırlı eleştiri
TOPLAM		**73**	**100%**		
2. Sınıf					
	Yol Gösterici ve Aydınlatıcı	28	42%	Pusula, rehber, ışık, deniz feneri	İdealist ama sorgulayan
	Ailevi ve Koruyucu	16	24%	Ebeveyn, aile, koruyucu	Duygusal bağ devam ediyor
	Şekillendirici ve İnşa Edici	14	21%	Çiftçi, bahçıvan, temel	Yetiştirici rol
	Olumsuz ve Sorunlu Statü	8	12%	Sistemin kölesi, işçi	Eleştirel sesler başlıyor
TOPLAM		**66**	**100%**		
3. Sınıf					
	Yol Gösterici ve Aydınlatıcı	25	31%	Lider, yol gösterici, motor	İdealizm azalıyor
	Şekillendirici ve İnşa Edici	23	29%	Mimar, mühendis, heykeltıraş	Analitik bakış artıyor
	Olumsuz ve Sorunlu Statü	19	24%	Köle, makina, çocuk bakıcısı	Eleştirel bakış belirginleşi

	Ailevi ve Koruyucu	13	16%	Aile üyesi, şefkat	yor Duygusal bağ azalıyor
TOPLAM		**80**	**100%**		
4. Sınıf					
	Olumsuz ve Sorunlu Statü	15	38%	Köle, işçi, değersiz, soru işareti	Eleştirel bakış dominant
	Şekillendirici ve İnşa Edici	12	30%	Mühendis, temel, mimar	Mesleki gerçekçilik
	Yol Gösterici ve Aydınlatıcı	8	20%	Motor gücü, lider	İdealizm minimum
	Ailevi ve Koruyucu	5	13%	Aile, ebeveyn	Duygusal bağ en düşük
TOPLAM		**40**	**100%**		

Öğretmen adayların sınıf düzeyine göre oluşturdukları metaforlarda **1. Sınıf öğretmen adaylarının** güçlü bir idealist ve romantik bir meslek algısına (%48 yol gösterici) sahip oldukları, daha çok düksek duygusal bağ içeren metaforlar (%30 ailevi) oluşturdukları, meslek için olumsuz metafor kullanımı oldukça düşük (%4) şekilde görüldüğü ve Mesleği daha çok "doğal" ve "temel" süreçlerle ilişkilendirdikleri görülmektedir.

2. Sınıf öğretmen adaylarının oluşturdukları metaforlarda; idealist bakış bir bakış açısında hala sahip oldukları ancak mesleğin toplumsal konumu hakkında sorgulamaya başladıkları ve olumsuz metafor kullanımında ilk artış (%12) gözlemlenirken, duygusal bağda hafif azalma ve mesleki farkındalığın gelişmeye başladığı fark edilmektedir.

3. Sınıf öğretmen adaylarının oluşturdukları metaforlardaki dönüm noktası: idealist bakışta belirgin bir azalma (%31) olduğu, eleştirel bakışta (%24), analitik ve şekillendirici metaforlarda (%29) önemli bir artışın gözlemlenirken, duygusal bağda ciddi azalmanın (%16) olduğu bulgulanmıştır.

4. Sınıf öğretmen adaylarının oluşturdukları metaforlarda ise eleştirel bakışın en üst düzeyde (%38), bunun yanında idealist bakış açısının en düşük seviyede (%20) indiği görülmektedir. Mesleki gerçekçilik ön plana çıkarken, mezuniyet kaygılarının metaforlara yansıdığı ve duygusal bağın ise en düşük seviyede (%13) oluştuğu görülmektedir.

SONUÇ

Bu araştırmada sınıf öğretmeni adaylarının, öğrencilik yılları boyunca öğretmenlerin toplum açısından nasıl değerlendirildiğine ilişkin kazandıkları farklı deneyimler ve gerçekleştirdikleri gözlemleri sonucunda edindikleri tecrübelere bağlı olarak "Öğretmenin toplumdaki yeri" kavramına yönelik sahip oldukları algıları metaforlar aracılığıyla ortaya çıkarmak ve bu metaforları belli kavramsal temalar altında toplamak amacıyla yürütülmüştür. Bu araştırmanın bulgularında bazı önemli noktalar dikkat çekmektedir.

Sınıf öğretmeni adayları " Öğretmenin toplumdaki yeri" kavramına yönelik189 metafor geliştirilmişlerdir. Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğinin toplumdaki statüsüne ilişkin algılarını ortaya koyan zengin ve çeşitli bir metafor yelpazesi oluşturmuşlardır. Manisa Celal

Bayar Üniversitesi ve Balıkesir Necatibey Eğitim Fakültesi'nden farklı sınıf düzeylerindeki öğretmen adaylarından toplanan verilerin analizi sonucunda, metaforlar dört ana tema altında toplanmıştır. Bu metaforlar; Yol Gösterici ve Aydınlatıcı, Şekillendirici ve Temel Oluşturucu, Ailevi ve Koruyucu ile Olumsuz ve Sorunlu Statü olarak belirlenmiştir.

Yol gösterici/ aydınlatıcı temasına ilişkin olarak öğretmen adaylarının geliştirdiği metaforlar "ışık", "mum", "meşale", "güneş" ve "deniz feneri" gibi metaforlar, mesleğin "aydınlatma" işlevine vurgu yaparken, "pusula", "kutup yıldızı", "rehber" ve "harita" gibi metaforlar ise "yön gösterme" ve "hedef belirleme" rollerini ön plana çıktığı görülmektedir. Bu metaforlar, toplumun öğretmeni bir toplumsal rehber, etik ve akademik ışık işleten, bireylerin —özellikle çocuk ve gençlerin— yönünü belirleyen bir figür olarak gördüğünü göstermektedir. Işık", "güneş", "pusula", "deniz feneri" gibi metaforlar, öğretmenin toplumsal bilgi rehberi olarak algılandığını ortaya koymaktadır. Öğretmen adaylarının açıklamaları, öğretmenin birey ve toplum için aydınlatıcı bir güç olarak görüldüğünü göstermektedir. Alan yazında da metafor analizlerinin öğretmeni sıklıkla "ışık" veya "rehber" olarak tanımladığı bilinmektedir (Ulusoy, 2022; Catalano, 2021). Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğini yalnızca teknik bilgi aktarmak değil; bireysel ve toplumsal gelişim için hayati bir "destek" olarak konumlandırdıkları görülmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, öğretmen adaylarının (ön lisans-öncesi/pre-service) mesleğe dair metaforik algılarının oldukça derin ve çok katmanlı olduğunu göstermektedir. Martínez-de-la-Hidalga ve Villardón-Gallego, (2024) 247 ilköğretim öğretmeni adaylarıyla yürüttükleri metafor çalışmasında, öğretmen adayları genellikle öğretmeni bir "rehber", "ışık", "yol gösterici" olarak betimlemektedir. Yılmaz, Göçen ve Yılmaz (2013) de 370 öğretmen adayının 141 metaforundan en sık yine "ebeveyn", "bahçıvan", "kılavuz", "ışık" metaforlarının yer aldığı görülmüş ve bu metaforların" şekillendirici" ve "yol gösterici" kategoriler altında sınıflandırmışlardır. Bu sonuçlar yapılan araştırma sonuçlarıyla paralellik göstererek, öğretmen eğitimi süreci boyunca metaforların değişebildiğini; öğretmenlik mesleğine dair algıların ve meslek kimliğinin, adayların deneyimleri ve eğitim süreciyle birlikte şekillendiğini ortaya koymaktadır.

Şekillendirici ve temel oluşturucu temasına ilişkin olarak öğretmen adaylarının geliştirdiği metaforlar, "Mimar", "mühendis", "heykeltıraş" ve "usta" gibi metaforlar, öğretmenin "inşa etme" ve "şekil verme" işlevine odaklanmaktadır. "Temel", "bahçıvan" ve "çiftçi" metaforları ise emeğin, sabrın ve sağlam bir alt yapı oluşturmanın önemini simgelemektedir. Ayrıca, "ağaç", "su" ve "toprak" gibi doğal metaforlar, öğretmeni besleyici ve hayat verici bir kaynak olarak konumlandırarak, mesleğin toplum için vazgeçilmez olduğu fikrini temellendirmektedir. Yadigaroğlu ve arkadaşları (2018) Fen Bilimleri öğretmeni adaylarının büyük bir kısmı öğretmenliği olumlu metaforlarla betimlemiş; bu metaforlar arasında "şekillendirici / biçim veren / kök saldıran" imgelerin yer aldığı görülmüştür. Bu tema, öğretmenlik mesleğini yalnızca bireysel öğrenme için değil; toplumsal süreklilik, kültürel aktarım ve değer üretimi açısından merkezi bir konuma koyduğu söylenebilir. Özellikle öğretmen adaylarının bu tarz metaforları benimsemesi, mesleğe ilişkin derin sorumluluk bilinci ve uzun vadeli toplumsal etki algısı taşıdıklarının göstergesi olabilir.

Ailevi ve koruyucu temasına ilişkin olarak öğretmen adaylarının geliştirdiği metaforlar "anne/baba", "ebeveyn", "aile" ve "2. anne", öğretmen-öğrenci ilişkisinin sınırlarını, akademinin ötesine taşımakta ve duygusal bir boyut kazandırarak ve öğretmenlik mesleğinin duygusal emek gerektiren, güven temelli bir ilişki alanı olduğunu göstermektedir.

Olumsuz ve Sorunlu Statü temasına ilişkin olarak öğretmen adaylarının geliştirdiği metaforlar "Köle", "sistemin içindeki köle", "modern kölelik" ve "işçi" gibi metaforlar, öğretmeni

özerkliğini yitirmiş, sömürülen ve mekanik bir şekilde çalışmak zorunda bırakılan bir figür olarak tasvir edilmektedir. "Çocuk bakıcısı" ve "makina" benzetmeleri ise mesleğin saygınlığının azaldığı, pedagojik bir misyondan ziyade gündelik bir iş olarak görüldüğü algısını temsil etmektedir. Bunlara ek olarak, "tarihi eser", "beyaz altın" ve "soru işareti" gibi metaforlar, mesleğin potansiyel değeri ile toplumdaki gerçek değeri arasındaki uçuruma işaret etmektedir.

Olumsuz ve sorunlu statü kategorisinde (örneğin: kumanda edilmeyen, dışlanmış, değersiz, makineleşmiş) yer alan metaforlar, toplumun öğretmene ilişkin olumsuz bakış açılarını, mesleğin karşılaştığı saygınlık sorunlarını ve örgütsel/mevzuat kaynaklı yükleri yansıtır. Tarihsel ve güncel fenomenolojik çalışmalar, öğretmen adaylarının bazen öğretmenliği "statüsü düşük" veya "sorunlu" bir konumda gördüklerini; bunun da mesleğe yönelik motivasyon, mesleki kimlik gelişimi ve gelecek planları üzerinde belirleyici olabileceğini ortaya koymuştur. Bu olumsuz temsiller, öğretmen eğitim programlarının ve eğitim politikalarının mesleki saygınlık ve koşulların iyileştirilmesine dönük müdahaleler ve mesleği "zorlu, belirsizlik içeren, takdir görmeyen veya statü bakımından sorunlu" bir konum olarak algıladıkları bildirilmiştir(Kıral, 2013;Uymaz ve Cebeci,2023). Yine Nartgün ve Gökçer (2015)yapmış oldukları çalışmada "öğretmenlik mesleği", "istihdam", "eğitim politikaları" gibi kavramlara dair metaforik algılarında da olumsuzluk bulunmuştur. Bu sonuçlar araştırma bulgularıyla uyumludur.

Kadın öğretmen adaylarının geliştirdiği metaforlar "Anne", "aile", "mum", "bahçıvan" olurken, erkek öğretmen adaylarının geliştirdiği metaforlar "mühendis", "mimar", "sistem" şeklinde ürettiği görülmüştür. Kadın öğretmen adayları ailevi ve koruyucu metaforlara daha yatkınken, erkek öğretmen adayları şekillendirici ve olumsuz metaforları daha sık kullanmıştır. Manisa Celal Bayar Üniversitesi eğitim fakültesi öğretmen adayların oluşturdukları metaforlar "Işık", "mum", "pusula", "rehber", "kutup yıldızı" olurken Balıkesir Necati Bey eğitim fakültesi öğretmen adaylarının oluşturdukları metaforlar "köle", "çocuk bakıcısı", "makine", "sistemin kölesi" olmuştur. Manisa Celal Bayar Üniversitesi eğitim fakültesi öğretmen adayları öğretmenliği toplumsal yerini geleneksel ve idealist algılarken, Balıkesir Necati Bey eğitim fakültesi öğretmen adayları ise eleştirel ve sömürü odaklı algılamaktadır.

Öğretmen adayların sınıf düzeyine göre oluşturdukları metaforlar birinci sınıflar; "Işık", "meşale", "güneş", "pusula", "anne", "baba", "aile", "ebeveyn"; ikinci sınıflar; "pusula", "rehber", "ışık", "deniz feneri"; üçüncü sınıflar; "lider", "yol gösterici", "motor"; dördüncü sınıflar; "köle", "işçi", "değersiz", "soru işareti" şeklindedir. Sınıf düzeyine göre öğretmenin toplumdaki yeri açısından oluşan algılar; birinci sınıflarda "idealist", "romantik", "duygusal", "bağlı"; ikinci sınıflarda "idealist, ama sorgulayan"; üçüncü sınıflarda "idealizmin azaldığı, analitik bakış açısının artması"; dördüncü sınıflarda "eleştirel bakış" "dominant", "mesleki gerçekçilik" özelliklerini taşıdığı görülmüştür. Sonuç olarak sınıf düzeyi arttıkça idealist metaforlarda azalma görülmüştür. Olumsuz metaforların sınıf düzeyiyle doğru orantılı arttığı, duygusal bağ içeren metaforlarda sürekli azalma eğiliminde olduğu, analitik ve şekillendirici metaforların 3. sınıftan itibaren arttığı ve mesleki hayal kırıklığı ve kaygılar mezuniyete yaklaştıkça arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum, Martínez-de-la-Hidalga ve Villardón-Gallego, (2024) yaptıkları çalışmada, birinci sınıf öğrencileri, öğretmeni daha çok "aile, ana karakter, öğretme" metaforlarıyla tanımlarken, dördüncü sınıf öğrencileri ise öğretmeni *"destek, toplumsal aktör, sosyal etki"* metaforlarıyla elde ettikleri sonuç, bu araştırmanın sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

KAYNAKÇA

Aydın, R., Canavar, O., & Akkın, A. (2018). Öğretmenlerin, Öğretmenlik Mesleği Ve Öğretmenliğin Toplumsal Statüsüne İlişkin Görüşlerinin Belirlenmesi. 21. Yüzyılda Eğitim Ve Toplum, 7(21), 965-990.

Aydın, F. Ve Ünaldı Eser, Ü. (2010). Coğrafya Öğretmen Adaylarının Coğrafya Kavramına İlişkin Algılarının Metaforlar Yardımıyla Analizi. International Online Journal of Educational Sciences (IOJES), 2(2), 600-622.

Botha, E. (2009). Why metaphor matters in education. South African Journal of Education, 29, 431-444.

Catalano, T. (2021). *A metaphor analysis on the development of interculturality in teacher education*. Teaching and Teacher Education.

Cerit Y. (2008a). Öğretmen kavramı ile ilgili metaforlara ilişkin öğrenci, öğretmen ve yöneticilerin görüşleri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, *6* (4), 693-712.

Çelikten, M. (2006). Kültür ve öğretmen metaforları. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 21*(2), 269-283.

Çetin, M. & Evcim, U. (2009). Örgütsel kültürün algılanmasında metaforların rolü. *Gazi Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, *28*, 185-221.

De Wet, C. (2016). The Status of Teaching As A Profession in South Africa. Paper Presented at The Annual International Conference of the Bulgarian Comparative Education Society, Sofia, Bulgaria

Dolton, P., Marcenaro, O., Vries, R. D., & She, P. W. (2018). Global Teacher Status Index 2018.

Doyle, L.H. (2003). Inclusion: the unifying thread for fragmented metaphors. *Journal of School Leadership, 14*(4), 352-377.

Döş,İ.(2010). Aday Öğretmenlerin Müfettişlik Kavramına İlişkin Metafor Algıları.Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (http://sbe.gantep.edu.tr) 2010 9(3):607 -629.

Erdem, E., & Kaf, Ö. (2022). Velilerin sınıf öğretmenlerine yönelik metaforik algıları. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 21(82), 480-494.

Erdost Özenir, G., & Budak, F. (2022). Birleştirilmiş Sınıf ve Müstakil Sınıf Öğretmenlerinin Okul Kavramı ile İlgili Metaforlarının Karşılaştırılması. Eurasian Journal of Teacher Education, 3(1), 55-75.

Fwu, B. J., & Wang, H. H. (2002). The Social Status Of Teachers İn Taiwan. Comparative Education, 38(2), 211-224

Genç, S. Z. (2005). Sınıf Öğretmeni Yetiştirme Meselemiz. Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi, 0 (11), 86-99 .

Girmen, P. (2007). İlköğretim öğrencilerinin konuşma ve yazma sürecinde metaforlardan yararlanma durumları, (Yayımlanmamış doktora tezi). Anadolu Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Göker, S. D., & Gündüz, Y. (2017). Dünya Ölçeğinde Öğretmenlerin Saygınlık Statüsü ve Özlük Hakları. Milli Eğitim Dergisi, 46(213), 177-196.

Inbar, D. (1996). The free educational prison: metaphors and images. *Educational Research*, *38*(1), 77–92.

Johnson, L.C. (2006) Better Hope Your Teachers Likes You: Student Perceptions of Good Teachers and Good Principals. Doktora tezi, Faculty of the Graduate School,The University of North Carolina, Greensboro.

Linn, G.B., Sherman, R. & Gill, P.B. (2007). Making meaning of educational leadership: the principalship in metaphor. *NASSP Bulletin, 91*(2), 161-171.

Kasoutas, M. & Katerina, M. (2009). Exploring greek teachers' beliefs using metaphors. Australian Journal of Teacher Education, *34*(2), 64-83.

Kıral, E.(2015). Öğretmen Adaylarının Algılarına Göre Öğretmen Metaforı. Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, Aralık 2015, 6(1), 57-65 Http://Dergi.Adu.Edu.Tr/Egitimbilimleri

Küçüali, R. (2001). İlköğretim okulu müdürlerinin yöneticilik becerilerine ilişkin müdür ve öğretmen algı ve beklentileri. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

Mahlios, M. & Maxson, M. (1998). Mataphors as structures for elemantary and secondary preservice teachers' thinking. *International Journey of Educational Research*, *29*, 227-240.

Martínez-de-la-Hidalga, Z., & Villardón-Gallego, L. (2017). Using metaphors to know the conceptions about the teaching profession in initial teacher education. International Journal of Educational Psychology, 6(2), 183–208. https://doi.org/10.17583/ijep.2017.2602.

MEB. (2025). httpt://meb.gov.tr. **Erişim Tarihi**: 30 Ekim 2025.

Monroe, C. E. (2003). Ananalysis of principalship metaphors at the beginning of the new millennium. (Yayımlanmamış doktora tezi). Faculty of the Graduate School, The University of North Carolina, Greensboro.

Nakip, C. (2015). Öğretmen Adaylarının Öğretmenlik Mesleğine Yönelik Öz-Yeterlik İnançları İle Öğretmenlik Mesleğine Yönelik Tutumları Arasındaki İlişki. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Bolu.

Nartgün, Ş. S. & Gökçer, İ. (2014). Pedagojik formasyon eğitimi alan öğretmen adaylarının mesleklerine, geleceklerine, istihdamlarına ve eğitim politikalarına ilişkin metaforik algıları. International Journal of Educational Research, 5(4), 57-69.

Oğuz, A. (2009). Öğretmen adaylarına göre ortaöğretim öğretmenlerini temsil eden metaforlar. *Milli Eğitim Dergisi*, *182*, 36-56.

Özkan, H. H. (2012). Öğretmenlik Formasyon Programındaki Öğretmen Adaylarının Öğretmenlik Mesleğine İlişkin Tutumlarının İncelenmesi (SDÜ Örneği). Journal of Kirsehir Education Faculty, 13(2).

Örücü, D. (2014). Öğretmen adaylarının okul, okul yönetimi ve Türk eğitim sistemine yönelik metaforik algıları. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi [Educational Administration: Theory and Practice], 20(3), 327-358. doi: 10.14527/kuey.2014.014.

Paliç Şadoğlu, G. (2018). Mühendislik Öğrencilerinin Bilim, Teknoloji ve Tasarım Kavramlarına İlişkin Metaforik Algıları. Sakarya Üniversitesi Eğitim Dergisi, 8(1), 95-110. https://doi.org/10.19126/suje.335886

Pantina, P. A. (1991). Metaphor and the high school principalship. (Yayımlanmamış doktora tezi). Hofstra University, New York. http ://proquest .umi.com /pqdlink?index =7& did =746 708391&SrchMode=1&sid=3&Fmt=2&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=P QD&TS=1294 601163&clientId=46623.

Ratcliff, D. (1995). Validity and reliability in qualitative research. http ://qua litativeresearch. ratcliffs.net/Validity.pdf

Saban, A. (2009). Öğrenme-öğretme süreci: Yeni teori ve yaklaşımlar (5. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Sarı, M. H., Dağ, N., & Taşğın, Ö. (2020). Sınıf Öğretmenlerinin Ve Öğretmen Adaylarının Mentor-Menti İlişkisine Yönelik Algıları: Bir Metaforik Çalışma. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sbe Dergisi, 10(2), 813-831. Https://Doi.Org/10.30783/Nevsosbilen.849836

Sarıbaş, S. & Babadağ, G. (2015). Temel Eğitimin Temel Sorunları . Anadolu Eğitim Liderliği Ve Öğretim Dergisi , 3 (1) , 18-34.

Semerci, Ç. (2007). Program geliştirme kavramına ilişkin metaforlarla yeni ilköğretim programlarına farklı bir bakış. *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *31*(1), 139-154.

Sezgin Nartgün, D., & Gökçer, İ. (2015). Pedagojik Formasyon Eğitimi Alan Öğretmen Adaylarının Mesleklerine, Geleceklerine, İstihdamlarına ve Eğitim Politikalarına İlişkin Metaforik Algıları / Metaphorical Perceptions of Pedagogical Formation Students on their Occupatıon, Future, Employment and Education Policies. e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi, 5(4), 57-69. https://doi.org/10.19160/e-ijer.56142.

Taber, K. S. (2007). Enriching school sciencefor the gifted learner. Cambridge, England: Gatsby Technical Education Projects.

Taber, K. S., & Cole, J. (2010). The CREST awards scheme: Challenging gifted and talented students through creative STEM project work. School Science Review, 92(339), 117–126.

Torun, F. (2010). Farklı Statülerde Çalışan Öğretmenlerin Öğretmenlik Mesleğine Bakışları:(Isparta örneği). (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

Ulusoy, M. (2022). A metaphorical journey from pre-service to in-service years: Primary school teacher education department metaphors about students. Teaching and Teacher Education.

Uymaz, M. Ve Cebeci, Y. (2024). Determination Of Teacher Canditates' Perceptions Of The Concept Of Future Through Metaphors. Amasya Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi 2024, Cilt: 1, Sayı: 2, 49-68 Https://Dergipark.Org.Tr/Pub/Asbad.

Yadigaroglu, M., Demircioglu, G., Demircioglu, H., & Akar, H. (2018). Metaphorical Perceptions of Science Teacher Candidates Towards Teacher and Teaching Profession. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications, 9*(3), 1-10.

Yaman, B. (Y2020). Sınıf Öğretmenlerinin "Oyunla Öğretim" Kavramına İlişkin Algıları: Bir Metafor Çalışması. Temel Eğitim Dergisi, 2(1), 6-13.

Yazıcı, H. (2009). Öğretmenlik Mesleği, Motivasyon Kaynakları ve Temel Tutumlar: Kuramsal Bir Bakış. Kastamonu Eğitim Dergisi, 17(1), 33-46.

Yetim, A. A., & Göktaş, Z. (2004). Öğretmenin Mesleki ve Kişisel Nitelikleri. Kastamonu Eğitim Dergisi, 12(2), 541-550.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005) Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Gözden Genişletilmiş Beşinci Baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yılmaz,F., Göçen,S. & Yılmaz,F. (2013). Öğretmen Adaylarının Öğretmen Kavramına İlişkin Algıları: Bir Metaforik Çalışma. Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 9, Sayı 1, ss.151-164.https://globalteacherprize.org/pages/globalteacherprize

TÜRKİYE'DE EKONOMİK BÜYÜME, SERMAYE BİRİKİMİ, AR-GE HARCAMALARI VE BEŞERİ SERMAYE ARASINDAKİ İLİŞKİNİN AMPİRİK BİR İNCELENMESİ

AN EMPIRICAL INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH, CAPITAL ACCUMULATION, R&D EXPENDITURES AND HUMAN CAPITAL IN TÜRKİYE

Öğr. Gör. Hakan ATEŞ
Ataşehir Adıgüzel Meslek Yüksekokulu, ORCID ID: 0000-0002-0232-9227

Dr. Öğr. Üyesi Fatih AKIN
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-7741-4004

ÖZET

Ekonomik büyümenin sağlanması, alan araştırmalarının önemli bir konusunu oluşturmuş ve iktisat alanında çalışan bilim insanları tarafından dönemler boyunca ekonomik büyüme üzerinde belirleyici olan değişkenler arasındaki neden–sonuç ilişkileri incelenmiştir. Ülkelerin büyümelerini sürdürmeleri ve özellikle gelişmekte olan ülkelerin potansiyellerini ortaya çıkarmaları amacıyla yapılan bu çalışmalar giderek önem kazanmış; bu doğrultuda çeşitli büyüme teorileri ortaya atılmıştır. Özellikle Neoklasik Büyüme Teorisi ile İçsel Büyüme Teorisi ön plana çıkarken, bu teoriler teknoloji, beşerî sermaye ve Ar-Ge harcamaları gibi kavramları ekonomi literatürüne kazandırarak ülkelerin büyüme dinamiklerini daha sağlam temellere oturtmayı hedeflemiştir. Bu çerçevede çalışmanın amacı, Türkiye'de ekonomik büyüme ile sermaye birikimi, Ar-Ge harcamaları ve beşerî sermaye arasındaki ilişkiyi incelemektir. 1996-2022 dönemine ait yıllık verilerin kullanıldığı modelde ekonomik büyüme bağımlı değişken olarak ele alınmış; sermaye birikimi, Ar-Ge harcamaları ve beşerî sermaye ise bağımsız değişkenler olarak analiz edilmiştir. Genişletilmiş VAR modeli kapsamında Toda–Yamamoto nedensellik testi kullanılarak yapılan analizler sonucunda sermaye birikimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü, Ar-Ge harcaması ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ve Ar-Ge harcaması ile sermaye birikimi arasında yine çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bunun yanında beşerî sermayeden ekonomik büyümeye, sermaye birikimine ve Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular, beşerî sermaye düzeyinin artırılması, Ar-Ge faaliyetlerinin teşvik edilmesi ve değişkenler arasındaki entegrasyonun güçlendirilmesi gerektiğine işaret ederek politika yapıcılar için önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Büyüme, Beşerî Sermaye, Ar-Ge Harcamaları, Toda-Yamamoto Nedensellik.

ABSTRACT

Achieving economic growth has become a significant topic of research, and economics scholars have examined the cause-and-effect relationships between the variables that determine economic growth over time. These studies, aimed at ensuring that countries maintain their growth and, in particular, to uncover the potential of developing countries, have increasingly gained importance; various growth theories have been proposed in this regard. Neoclassical Growth Theory and Endogenous Growth Theory, in particular, have come to the fore. These theories have introduced concepts such as technology, human capital, and R&D expenditures to the economic literature, aiming to establish a more robust foundation for

countries' growth dynamics. Within this framework, the study aims to examine the relationship between economic growth and capital accumulation, R&D expenditures, and human capital in Türkiye. In the model using annual data for the period 1996-2022, economic growth is treated as the dependent variable, while capital accumulation, R&D expenditures, and human capital are analyzed as independent variables. Analyses using the Toda–Yamamoto causality test within the extended VAR model revealed a bidirectional causality relationship between capital accumulation and economic growth, a bidirectional causality relationship between R&D expenditure and economic growth, and a bidirectional causality relationship between R&D expenditure and capital accumulation. Furthermore, a unidirectional causality relationship running from human capital to economic growth, capital accumulation, and R&D expenditure was also found. The findings offer important implications for policymakers, pointing to the need to increase human capital levels, encourage R&D activities, and strengthen the integration between variables.

Keywords: Economic Growth, Human Capital, R&D Expenditures, Toda-Yamamoto Causality.

1. GİRİŞ

İktisadi büyüme kavramı, Sanayi Devrimi ve onun devamındaki süreçte iktisat alanındaki çalışmaların merkezinde yer almıştır. Ülkeler arasındaki büyüme farklılıkları, büyüme araştırmaları üzerine yapılan çalışmaları geliştirmiştir (Goldstone, 2002; Angrist vd., 2021). Ekonomik büyüme teorileri dönemler itibarıyla çeşitli değişkenler üzerinden tanımlanmıştır. Ekonomiyi bilim hâline getiren Adam Smith, ekonomik büyümenin artmasını işbölümü ve uzmanlaşmaya bağlamıştır. Malthus, ekonomik büyüme üzerinde nüfusun belirleyici olduğunu vurgulamıştır. David Ricardo ise ekonomik büyüme üzerine yaptığı çalışmalarda azalan verimler yasasını ön plana çıkarmıştır (Öztürk, 2010; Kreager, 2017; Ayanaw Alemu & Belay Zegeye, 2024). Bu kapsamda ekonomik büyüme teorilerinin, işbölümü, uzmanlaşma, azalan verimler ve nüfus gibi klasik unsurlardan, Neoklasik büyüme teorileri ve ardından İçsel büyüme teorilerine kadar genişlediği ve zamanla çok sayıda değişkenin eklenmesiyle geliştiği görülmektedir.

Neoklasik büyüme teorileri, 1950 sonrası döneme önemli katkılar sunmuştur. Bu teorilerde emek ve sermayenin yanı sıra teknolojik gelişme de ekonomik büyüme modeline dâhil edilmiştir. Böylelikle ekonomik büyümenin emek ve sermaye ile açıklanamayan kısmının anlaşılması hedeflenmiştir. Ayrıca teknolojik gelişmenin, yani bilgi birikiminin, sermaye birikimini de desteklediği vurgulanmıştır. Bu teoriye göre ekonomik büyümenin artışında sermaye stoğu, işgücü ve modele dışsal olarak eklenen teknoloji rol oynamaktadır. Her ne kadar teknolojik gelişmenin büyümeyi artırdığı öngörülse de modelde dışsal bir unsur olarak ele alınmıştır. Başka bir ifadeyle teknolojik gelişmenin ilahi bir güç gibi ekonomiye dışarıdan geldiği varsayılmış ve bu durum teknolojik gelişmenin nasıl ortaya çıktığının anlaşılmasında eksiklik yaratmıştır. Oysa teknolojik gelişme dışsal değil, beşerî sermaye tarafından üretilen bir süreçtir (Yardımcı, 2006; Sredojević vd., 2016; Epicoco, 2021).

İçsel büyüme teorileri ise Neoklasik büyüme teorisinin eksik kaldığı noktaları tamamlamak amacıyla 1980'lerin ortalarından itibaren ekonomi bilimi içinde önemli bir yer edinmiştir. Bu teoride teknolojik gelişmenin dışsal olmadığı, aksine ekonomik aktörlerin faaliyetleri sonucu oluştuğu kabul edilmektedir. İçsel büyüme teorilerinin temelini Lucas (1988) ve Romer (1986) çalışmaları oluşturmaktadır (Özel, 2012; Jones, 2022). Her ne kadar iki teorisyen farklı yaklaşımlar geliştirmiş olsa da, ekonomik büyümenin uzun vadede içsel olarak belirlendiği görüşünde birleşmişlerdir. İçsel büyüme teorisinin yaygınlaşmasıyla birlikte beşerî sermaye

ve Ar-Ge faaliyetleri gibi unsurlar ekonomi literatüründe daha fazla önem kazanmıştır (Funke & Strulik, 2000; Çiftçi & Aykaç, 2011; Eriksson vd., 2023).

Romer (1986), teknolojik gelişmeyi modelin dışsal değil içsel bir unsuru olarak ele almıştır. Yeni fikir arayışı içinde olan firmalar, bu faaliyetlerini modele dâhil ederek teknolojiyi içselleştirmiştir. Firmaların bilgi ve teknoloji sayesinde elde ettiği yüksek kazançları yeniden Ar-Ge harcamalarına yönlendirmesi, ekonomik büyümenin süreklilik kazanmasına katkı sağlamaktadır. Bu çerçevede ekonomik büyüme; Ar-Ge faaliyetleri yürüten beşerî sermayenin üreteceği teknolojiler ve yeni ürünler aracılığıyla artmaktadır. Dolayısıyla teknolojik gelişme hazır bulunmamakta, belirli ekonomik faaliyetler sonucunda ortaya çıkmaktadır (Mathur, 1999; Teixeira & Queirós, 2016; Dağlı & Ezanoğlu, 2021). Ar-Ge'ye daha fazla kaynak ayıran ekonomiler daha fazla yenilik yapmakta ve daha hızlı büyümektedir. Buna karşılık vasıfsız emek ağırlıklı, görece az gelişmiş ekonomilerde Ar-Ge faaliyetlerine katılım sınırlı olmakta; bu durum bilgi stoğunun ve ekonomik büyümenin düşük seyretmesine yol açmaktadır (Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004; Tunç & Dik, 2022).

İçsel büyüme teorisinin bir diğer önemli ismi olan Lucas (1988), beşerî sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki belirleyici rolüne dikkat çekmiştir. İnsanların bilgi, beceri, tecrübe ve dinamizmi olarak tanımlanan beşerî sermaye, fiziksel sermaye gibi üretime katılmakta ve normal emek unsurundan ayrı bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Beşerî sermaye birikimi eğitim ve yaparak öğrenme olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. Eğitim, bireylerin becerilerini artırarak verimliliklerini yükseltirken; yaparak öğrenme, bireylerin çalışma sürecinde kendilerini geliştirmesini ifade eder. Beşerî sermayedeki artış, emek verimliliğini yükseltmekte; bunun sonucunda üretime katılan diğer faktörlerin verimliliğini de desteklemektedir (Kibritçioğlu, 1998; Blair, 2011).

Ekonomik büyüme üzerine yapılan çalışmalar tarih boyunca farklı boyutlardan ele alınmış ve önemi her dönemde korunmuştur. Ülkelerin temel amaçlarından biri ekonomik büyümeyi artırmak ve gelişmişlik seviyesini yükseltmektir. Bu amaca ulaşmak için büyüme teorileri geliştirilmiş ve politika yapıcıların gündemine giren değişkenlerin analizi özellikle gelişmekte olan ülkeler açısından önem taşımıştır. Çünkü bu ülkeler, ekonomik büyümeyi artırarak sürdürülebilir hâle getirmeyi ve daha üst bir kalkınma basamağına çıkmayı hedeflemektedir. Bu çerçevede beşerî sermaye ve teknolojiyi geliştirmeyi başarabilen gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkeleri yakalama fırsatına sahip olacaktır.

Çalışmanın literatüre önemli katkıları bulunmaktadır. İlk olarak, beşerî sermaye endeksi, Ar-Ge harcamaları, gayrisafi sermaye oluşumu ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini ortaya koyarak Neoklasik ve İçsel büyüme teorilerinin dolaylı bir testini sunmaktadır. İkinci olarak Türkiye'nin gelişen bir piyasa ekonomisine sahip olması nedeniyle Ar-Ge harcamaları, sermaye oluşumu ve beşerî sermayenin yaratabileceği fırsatlar dikkate değer niteliktedir. Üçüncü olarak, Türkiye açısından söz konusu değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini ele alan çalışmaların sınırlı olması, bu araştırmanın literatürdeki boşluğu doldurma potansiyelini artırmaktadır. Bu değişkenler çerçevesinde yürütülen bir çalışmanın Türkiye için politika önerileri sunabilecek olması da araştırmayı ilgi çekici kılmaktadır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Teorik çerçevenin verildiği birinci bölümün ardından, ikinci bölümde literatür incelemesi; üçüncü bölümde veri seti ve yöntem; dördüncü bölümde ampirik bulgular; beşinci bölümde ise sonuç ve öneriler sunulmuştur.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatür araştırmasında yer alan Ar-Ge harcamaları, beşerî sermaye endeksi ve çeşitli göstergelerin yanı sıra sermaye birikimi ile ekonomik büyüme üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen ampirik bulguların neredeyse tamamı benzer sonuçlara ulaşmaktadır. Bu

çalışmalar, beşerî sermaye, Ar-Ge harcamaları ve sermaye birikiminde meydana gelecek artışların ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Dolayısıyla, söz konusu unsurları artırıcı nitelikte yaşanacak gelişmelerin ekonomik büyümeyi ivmelendireceği sonucuna varılmaktadır.

Tablo 1: Literatür İncelemesi

Yazar/lar	Ülke/ler	Dönem	Bulgu
Şimşek (2025)	Gelişmiş 10 Ülke	2000-2021	Panel veri analizi bulguları, Ar-Ge, eğitim harcamaları ve brüt sabit sermaye oluşumunun ekonomik büyümeyi anlamlı ve pozitif yönde etkilediğini göstermektedir.
Kanval vd. (2024)	Pakistan	1990-2019	ARDL sonuçlarına göre, fiziksel ve beşerî sermaye kısa ve uzun dönemde ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir.
Tung & Hoang (2024)	29 Gelişmekte Olan Ülke	1996-2019	Panel eşbütünleşme testi, uzun dönemde Ar-Ge harcaması ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir.
Mengesha & Singh (2023)	Etiyopya	1980/81 ile 2019/20 dönemi	Zaman serisi bulguları, fiziksel sermaye birikimi ile işgücünün ortaöğretim ve üçüncül eğitim düzeyleri ve doğumdaki yaşam beklentisinin ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir. Buna karşılık ilköğretim düzeyi ve yetişkin ölüm oranının etkisi ise negatif ve istatistiksel olarak önemsizdir.
Sadeghzadeg Emsen vd. (2023)	Yükselen 19 Ülke	2000-2019	Panel veri analizi bulguları, sağlık harcamaları ve sermaye stoğundaki artışın ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.
Tatlı (2023)	Türkiye Seviye 1 Bölgelerinde	2010-2021	Panel veri analizi bulguları, elektrik tüketimi, Ar-Ge harcamaları ve yükseköğretim görmüş işgücü oranının bölgesel ekonomik büyümeyi anlamlı ve pozitif yönde etkilediğini göstermektedir.
Uğur & Atılgan (2023)	Kırılgan Beşli Ülke	1987-2019	Panel veri analizi bulguları, beşerî ve sabit sermayenin ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.
Filiz (2022)	40 Gelişmiş, 21 Gelişmekte Olan Ülke	1996-2020	Panel veri analizi bulguları, Ar-Ge, beşerî sermaye ve sermaye stoğunun ülkelerde ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.
Dağlı & Ezanoğlu (2021)	OECD Ülkeleri	1991-2017	GMM tahminleri, Ar-Ge harcamaları ve patent sayılarının ekonomik büyümeyi anlamlı ve pozitif etkilediğini; ileri teknoloji ihracatının etkisinin ise pozitif fakat önemsiz olduğunu göstermektedir.
Koç & Atakişi (2021)	Türkiye	1988-2019	Granger nedensellik analizi, brüt sermaye oluşumu ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü; beşerî sermayeden brüt sermaye ve GSYH'a doğru ise tek yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir.
Mohamed vd. (2021)	Mısır	1995-2018	ARDL sonuçları, devletin eğitim harcamalarının ekonomik büyümeyi pozitif fakat önemsiz; sağlık harcamalarının ise negatif ve önemsiz etkilediğini göstermektedir.
Rahim vd. (2021)	N-11 Ülkeleri	2000-2010	Bulgular, beşerî sermaye endeksinin ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.
Sulaiman vd. (2021)	Endonezya, Malezya ve Tayland	1985-2018	Panel regresyon bulguları, beşerî sermayenin ekonomik büyümeyle anlamlı ve pozitif; teknoloji kapasitesinin ise anlamlı bir ilişkisi olmadığını göstermektedir.
Ünsal & Çalıyurt (2021)	G7 Ülkeleri	1991-2017	Panel veri analizine göre, beşerî sermaye ekonomik büyümeyi pozitif etkilemektedir.
Köse & Gültekin (2020)	12 OECD Ülkesi	1996-2017	Granger nedensellik testi, Ar-Ge'den GSYH'a tek yönlü; GSYH ile teknoloji ve Ar-Ge ile teknoloji arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir.
Uddin vd. (2020)	120 Gelişmekte Olan Ülke	1996-2014	GMM ve eş zamanlı kantil regresyonu sonuçlarından elde edilen bulgulara göre, kurumlar ve beşerî sermayenin

			ekonomik büyüme üzerinde önemli bir pozitif etkisi söz konusudur.
Yıldırım & Kantarcı (2018)	15 Gelişmekte Olan Ülke	1998-2013	Bulgular, Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.
Bayraktutan & Kethudaoğlu (2017)	29 OECD Ülkesi	1996-2015	Panel veri analizine göre, Ar-Ge harcamaları, sabit sermaye ve yükseköğretim mezunlarının ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.
Keskin (2011)	177 BM Ülkesi	1960-2007	Çoklu doğrusal regresyon, kamu sağlık harcamaları, Ar-Ge, okuryazar oranı ve eğitim düzeyinin ekonomik kalkınmayı artırdığını göstermektedir.
Özer & Çiftçi (2009)	OECD Ülkeleri	1990-2005	Panel veri analizine göre, Ar-Ge harcamaları, araştırmacı ve patent sayısının ekonomik büyümeyi önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.

3. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Türkiye ekonomisinde sermaye birikimi, Ar-Ge harcamaları, beşerî sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkileri 1996-2022 dönemi yıllık verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz kapsamında değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak modele dâhil edilmiştir. Nedensellik ilişkileri, serilerin farklı düzeylerde durağan olması nedeniyle, genişletilmiş VAR modeli çerçevesinde Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testi ile incelenmiştir. Çalışmada lnGDP (ekonomik büyüme) bağımlı değişken olarak ele alınırken, lnCAP (Gayri safi sabit sermaye oluşumu), lnAR-GE (Ar-Ge harcamaları) ve lnHC (beşerî sermaye) bağımsız değişkenler olarak değerlendirilmiştir. Veriler, Dünya Bankası ve Penn World Table veri tabanlarından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan model Bayraktutan & Kethudaoğlu (2017), Filiz (2022), Sadeghzadeg Emsen vd. (2023), Kanval vd. (2024) ve Şimşek (2025) çalışmalarından esinlenerek kurulmuştur. Değişken açıklamaları Tablo 2'de sunulmuştur.

$$lnGDP_t = \beta_0 + \beta_1 lnCAP_t + \beta_2 lnARGE_t + \beta_3 lnHC_t + \varepsilon_t$$

Tablo 2: Veri Açıklamaları

Değişkenler	Kısaltma	Açıklama	Kaynak
Ekonomik Büyüme	lnGDP	Kişi başına Sabit 2015 ABD Doları	Dünya Bankası
Gayri Safi Sabit Sermaye Oluşumu	lnCAP	GDP (%)	Dünya Bankası
AR-GE Harcamaları	lnAR-GE	GDP (%)	Dünya Bankası
Beşeri Sermaye	lnHC	Endeks	PWT 11.0

4. AMPİRİK BULGULAR

Tablo 3'te sunulan ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testi sonuçları, değişkenlerin durağanlık düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Test sonuçlarına göre, lnGDP, lnCAP ve lnAR-GE değişkenleri seviye düzeyinde durağan değildir (p-değerleri 0.975, 0.435 ve 0.898 > 0.1), ancak bu değişkenler birinci farkları alındığında durağan hale gelmiştir (p-değerleri sırasıyla 0.001, 0.000 ve 0.000 < 0.01), bu da bu serilerin I(1) düzeyinde olduğunu göstermektedir. lnHC değişkeni ise hem seviye düzeyinde hem de birinci farkta durağan değildir (p-değeri 0.492 > 0.1), ancak ikinci farkı alındığında durağan hale gelmiştir (p-değeri 0.002 < 0.01), bu da lnHC'nin I(2) düzeyinde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, analizde kullanılacak yöntemlerin serilerin durağanlık düzeylerine göre belirlenmesi gerektiğini ve özellikle Toda-Yamamoto yaklaşımının bu tür farklı entegrasyon derecelerine sahip seriler için uygun bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Tablo 3: ADF Birim Kök Testi Bulguları

	Seviye
Değişken	**t-istatistik (Olasılık Değeri)**
lnGDP	0.334 (0.975)
lnCAP	-1.666 (0.435)
lnAR-GE	-0.382 (0.898)
lnHC	-0.217 (0.924)
	1. Fark
Değişken	**t-istatistik (Olasılık Değeri)**
lnGDP	-4.676 (0.001)***
lnCAP	-5.318 (0.000)***
lnAR-GE	-7.036 (0.000)***
lnHC	-1.550 (0.492)
	2. Fark
Değişken	**t-istatistik (Olasılık Değeri)**
lnHC	-4.340 (0.002)***

Not: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tablo 4'te gecikme uzunluğunun belirlenmesine yönelik yapılan analizde, çeşitli kriterler (LR, FPE, AIC, SC, HQ) kullanılarak optimal gecikme süresi değerlendirilmiştir. LR testi, Final Prediction Error (FPE), Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Kriteri (SC) ve Hannan-Quinn Kriteri (HQ) sonuçlarına göre en uygun gecikme uzunluğu 2 olarak belirlenmiştir; çünkü LR test istatistiği 39.74555 ile en yüksek değeri vermiş ve bu değer istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (* ile gösterilmiştir), ayrıca FPE değeri en düşük (2.53e-14), AIC değeri en düşük (-20.09083), SC ve HQ kriterleri de bu gecikme süresini desteklemektedir. Bu sonuç, modelin doğruluğunu ve tahmin gücünü artırmak için 2 gecikme uzunluğunun tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Tablo 4: Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	139.7446	NA	2.26e-10	-10.85957	-10.66455	-10.80547
1	256.0842	186.1434	7.54e-14	-18.88673	-17.91163	-18.61628
2	**287.1354**	**39.74555***	**2.53e-14***	**-20.09083***	**-18.33565***	**-19.60402***

Tablo 5'teki Toda-Yamamoto nedensellik analizi sonuçları, destekledikleri büyüme teorileri ile birlikte aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- lnCAP ↔ lnGDP : Çift yönlü nedensellik mevcuttur. Bu ilişki, Neoklasik Büyüme Teorisini desteklemektedir; çünkü sermaye birikimi ve üretim faktörlerinin büyüme üzerindeki etkisi bu teorinin temelini oluşturur.
- lnAR-GE ↔ lnGDP : Güçlü çift yönlü nedensellik vardır. Bu bulgu, İçsel Büyüme Teorisini desteklemektedir; çünkü Ar-Ge faaliyetleri bilgi üretimi yoluyla büyümeyi içsel olarak belirler.
- lnHC → lnGDP: Tek yönlü nedensellik vardır. Beşerî sermaye ekonomik büyümeyi etkilerken, büyüme beşerî sermayeyi etkilememektedir. Bu ilişki, İçsel Büyüme Teorisini desteklemektedir; çünkü insan sermayesi üretkenliği ve teknolojik gelişmeyi artırarak büyümeyi içsel olarak yönlendirir.
- lnCAP ↔ lnAR-GE: Çift yönlü nedensellik mevcuttur. Bu ilişki hem Neoklasik hem de İçsel Büyüme Teorisini desteklemektedir; sermaye yatırımları Ar-Ge'yi finanse ederken, Ar-Ge de sermayenin verimliliğini artırır.

- lnHC → lnCAP: Tek yönlü nedensellik vardır. Beşerî sermaye, sermaye birikimini etkiler. Bu ilişki, İçsel Büyüme Teorisini desteklemektedir; çünkü nitelikli iş gücü üretim sürecini ve sermaye verimliliğini artırır.
- lnHC → lnAR-GE: Tek yönlü nedensellik mevcuttur. Beşerî sermaye Ar-Ge faaliyetlerini etkiler. Bu da İçsel Büyüme Teorisini desteklemektedir; çünkü bilgi üretimi ve yenilik, insan sermayesine bağlıdır.

Tablo 5: Toda- Yamamoto Nedensellik Analizi Bulguları

H_0 Hipotezi	$k+d_{max}$	Wald Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Sonuç
lnCAP↛lnGDP	4	12.624	0.001***	Nedensellik var.
lnGDP↛lnCAP	4	8.963	0.011**	Nedensellik var.
lnAR-GE↛lnGDP	4	15.320	0.000***	Nedensellik var.
lnGDP↛lnAR-GE	4	48.660	0.000***	Nedensellik var.
lnHC↛lnGDP	4	14.904	0.000***	Nedensellik var.
lnGDP↛lnHC	4	1.086	0.580	Nedensellik yok.
lnCAP↛lnAR-GE	4	17.058	0.000***	Nedensellik var.
lnAR-GE↛lnCAP	4	24.966	0.000***	Nedensellik var.
lnCAP↛lnHC	4	1.942	0.378	Nedensellik var.
lnHC↛lnCAP	4	12.041	0.002***	Nedensellik yok.
lnAR-GE↛lnHC	4	2.887	0.236	Nedensellik yok.
lnHC↛lnAR-GE	4	22.542	0.000***	Nedensellik var.

Not: *** $p<0.01$, ** $p<0.05$, * $p<0.1$ k:2 ve d_{max}: 2 olduğundan toplam gecikme uzunluğu 4 olarak alınmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekonomik büyümeyi belirleyen, yani artmasına veya azalmasına sebebiyet veren değişkenler, ekonominin bilim hâline geldiği günden bugüne alandaki çalışmalarında kendini göstermiştir. Ekonomi bilimi başlangıçta işbölümü, uzmanlaşma, nüfus ve azalan verimler gibi büyüme teorileri üzerinde yoğunlaşmıştır. Çalışmaların ilerlemesiyle birlikte Neoklasik büyüme teorisi ortaya atılmış ve emek ile sermayenin yer aldığı büyüme modeline teknoloji dahil edilmiştir. Bu teoride teknolojinin dışsal olarak kabul edilmesi, yani yeryüzünde kendiliğinden var olduğu görüşü, ekonomik büyümeyi açıklamada yetersiz kalmasına yol açmıştır.

Bu eksikliği gidermek amacıyla ortaya çıkan İçsel büyüme modeli, teknolojiyi modelin içine dahil etmiş ve teknolojik ilerlemenin belirli faaliyetler sonucunda oluştuğunu öne sürmüştür. Bu bağlamda öne çıkan teorisyenlere göre, beşerî sermaye ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde önemli bir rolü bulunmaktadır. Beşerî sermaye, emek faktöründen ayrı olarak büyüme modeline dâhil edilmiş; beşerî sermayenin gerçekleştireceği Ar-Ge faaliyetlerinin ekonomik büyümeyi destekleyeceği belirtilmiştir.

Bu çalışmada Türkiye için beşerî sermaye, Ar-Ge harcamaları, sermaye birikimi ve ekonomik büyüme ilişkisi 1996-2022 yıllık verilerle analiz edilmiştir. Ampirik analizde, genişletilmiş VAR modeli çerçevesinde Toda-Yamamoto nedensellik testi tercih edilmiştir. Değişkenlerin durağanlığını belirlemek için ADF birim kök testi kullanılmıştır. Yapılan testler sonucunda GDP, CAP ve AR-GE değişkenlerinin seviye düzeyinde durağan olmadığı; ancak birinci farkları alındığında durağan hâle geldiği tespit edilmiştir. HC değişkeni ise seviyede ve birinci farkta durağan hale gelmezken, ikinci fark alındığında durağan hâle gelmiştir. Farklı entegrasyon seviyesine sahip serilerin analizde yer alması nedeniyle Toda-Yamamoto yaklaşımının uygulanması anlamlı görülmüştür. Gecikme uzunluğu LR, FPE, AIC, SC ve HQ kriterleri kullanılarak belirlenmiş ve 2 olarak tespit edilmiştir.

Ampirik bulgulara göre sermaye birikimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü; Ar-Ge harcaması ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü; ve Ar-Ge harcaması ile sermaye birikimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi mevcuttur. Diğer bulgular ise beşerî sermayeden ekonomik büyümeye, beşerî sermayeden sermaye birikimine ve beşerî sermayeden Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Bu analiz sonuçları, Özer & Çiftçi (2009), Bayraktutan & Kethudaoğlu (2017), Yıldırım & Kantarcı (2018), Uddin vd. (2020), Dağlı & Ezanoğlu (2021), Koç & Atakişi (2021), Rahim vd. (2021), Ünsal & Çalıyurt (2021), Filiz (2022), Uğur & Atılgan (2023), Tung & Hoang (2024) ve Şimşek (2025) çalışmalarını desteklemektedir.

Beşerî sermaye, Ar-Ge harcamaları ve sermaye stoğunun sürdürülebilir bir ekonomik düzen için pusula görevi üstleneceği açıktır. Bu bağlamda, politika yapıcıların beşerî sermayeyi geliştirmek amacıyla yatırımlar yapması gerekmektedir. Özellikle eğitim faaliyetlerinin gözden geçirilmesi; teorik ve akademik bilgilerin derinlemesine ve yataya yayılması, önemli bir yol haritası oluşturacaktır. Bilgi edinme sürecinde düşünme ve tartışmaya yer verilmesi, ufuk açıcı fikirlerin ortaya çıkmasına katkı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra eğitim kurumlarının yaparak öğrenmeye fırsat tanıması, beşerî sermayenin gelişimi açısından kritik öneme sahiptir.

Beşerî sermaye ile eş zamanlı olarak Ar-Ge harcamalarının artırılması, beşerî sermayenin atıl kalmamasını sağlayacaktır. Ayrıca beşerî sermayeye Ar-Ge fırsatları sunulması sayesinde, katma değeri yüksek ve ileri teknoloji ürünlerin üretimi artacaktır. Gelecek çalışmalarda ekonomik büyüme üzerindeki kritik sektörler belirlenerek, bu alanlarda beşerî sermaye, Ar-Ge harcamaları, sermaye stoğu ve ekonomik büyüme ilişkisi detaylı şekilde araştırılabilir.

KAYNAKÇA

Angrist, N., Goldberg, P. K., & Jolliffe, D. (2021). Why is growth in developing countries so hard to measure? *Journal of Economic Perspectives, 35*(3), 215-242.

Ayanaw Alemu, T., & Belay Zegeye, M. (2024). Empirical investigation on the dynamics effects of population and economic growth in Ethiopia: An application of the VEC model. *Cogent Social Sciences, 10*(1), 2338861.

Bayraktutan, Y., & Kethudaoğlu, F. (2017). Ar-Ge ve iktisadi büyüme ilişkisi: OECD örneği. *Journal of International Social Research, 10*(53), 1-16.

Bilbao-Osorio, B., & Rodríguez-Pose, A. (2004). From R&D to innovation and economic growth in the EU. *Growth and Change, 35*(4), 434-455.

Blair, M. M. (2011). An economic perspective on the notion of human capital. In *The Oxford handbook of human capital,* 49-70. Oxford, UK: Oxford University Press.

Çiftçi, C., & Aykaç, G. (2011). İçsel büyüme modelleri ve küreselleşme sürecinde gelişmekte olan ülkelerin konumları. *Sosyoekonomi, 14*(14), 160-180.

Dağlı, İ., & Ezanoğlu, Z. (2021). Ar-Ge, patent ve ileri teknoloji ihracatının ekonomik büyümeye etkileri: OECD ülkeleri için dinamik panel veri analizi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 10*(1), 438-460.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association, 74*(366a), 427-431.

Epicoco, M. (2021). Technological revolutions and economic development: Endogenous and exogenous fluctuations. *Journal of the Knowledge Economy, 12*(3), 1437-1461.

Eriksson, C., Lindén, J., & Papahristodoulou, C. (2023). Human capital, innovation, and growth. *International Journal of Economic Theory, 19*(2), 343-369.

Filiz, A. (2022). Ar-Ge çalışmaları ve beşeri sermayenin ekonomik büyümeye etkileri: Matematiksel bir modellemenin ekonometrik çözümü. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 21*(83), 1098-1108.

Funke, M., & Strulik, H. (2000). On endogenous growth with physical capital, human capital and product variety. *European Economic Review, 44*(3), 491-515.

Goldstone, J. A. (2002). Efflorescences and economic growth in world history: Rethinking the "Rise of the West" and the Industrial Revolution. *Journal of World History, 13*(2), 323-389.

Jones, C. I. (2022). The past and future of economic growth: A semi-endogenous perspective. *Annual Review of Economics, 14*(1), 125-152.

Kanval, N., Ihsan, H., Irum, S., & Ambreen, I. (2024). Human capital formation, foreign direct investment inflows, and economic growth: A way forward to achieve sustainable development. *Journal of Management Practices, Humanities and Social Sciences, 8*(3), 48-61.

Keskin, A. (2011). Ekonomik kalkınmada beşeri sermayenin rolü ve Türkiye. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 25*(3-4), 125-153.

Kibritçioğlu, A. (1998). İktisadi büyümenin belirleyicileri ve yeni büyüme modellerinde beşeri sermayenin yeri. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 53*(1-4), 207-230.

Koç, E., & Atakişi, A. (2021). Beşerî sermaye ve ekonomik büyüme ilişkisi: ARDL eş-bütünleşme ve Granger nedensellik testi (1988–2019). *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9*(2), 82-97.

Köse, Z., & Gültekin, H. (2020). Ar-Ge yatırımları yüksek teknolojili ürün ihracatı, ekonomik büyüme ilişkisi üzerine bir inceleme: Seçilmiş OECD ülkeleri. *Bingöl Üniversitesi İİBF Dergisi, 4*(2), 93-115.

Kreager, P. (2017). Adam Smith, the division of labor, and the renewal of population heterogeneity. *Population and Development Review, 43*(4), 513-539.

Lucas, R. E., Jr. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics, 22*(1), 3-42.

Mathur, V. K. (1999). Human capital-based strategy for regional economic development. *Economic Development Quarterly, 13*(3), 203-216.

Mengesha, Z. D., & Singh, L. (2023). Human capital accumulation and economic growth of Ethiopian economy. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development, 15*(2), 211-226.

Mohamed, R. A., Abd El-Aziz, A. I., Ramadan, H. N., Abd El-Sayed, M. H., & Emam, H. A. (2021). Impact of human capital on economic growth in Egypt: An ARDL approach. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences, 108*, 66-80.

Özel, H. A. (2012). Ekonomik büyümenin teorik temelleri. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi, 2*(1), 63-72.

Özer, M., & Çiftçi, N. (2009). AR-GE tabanlı içsel büyüme modelleri ve AR-GE harcamalarının ekonomik büyüme üzerine etkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 8*(16), 219-240.

Öztürk, N. (2010). Klasik ve neoklasik iktisatta gelir bölüşümü. *Çalışma ve Toplum, 1*(24), 1-24.

Penn World Table. (2025). PWT 11.0. https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/?lang=en. Access Date: 30.10.2025.

Rahim, S., Murshed, M., Umarbeyli, S., Kirikkaleli, D., Ahmad, M., Tufail, M., & Wahab, S. (2021). Do natural resources abundance and human capital development promote economic growth? A study on the resource curse hypothesis in Next Eleven countries. *Resources, Environment and Sustainability, 4*, 100018.

Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy, 94*(5), 1002-1037.

Sadeghzadeh Emsen, H. S., Yurttançıkmaz, Z. Ç., & Emsen, Ö. S. (2023). Yükselen ekonomilerde beşeri sermaye unsurlarından sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkileri. *Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi, 7*(16), 63-77.

Sredojević, D., Cvetanović, S., & Bošković, G. (2016). Technological changes in economic growth theory: Neoclassical, endogenous, and evolutionary-institutional approach. *Economic Themes, 54*(2), 177-194.

Sulaiman, N. F. C., Saputra, J., & Muhamad, S. (2021). Effects of human capital and innovation on economic growth in selected ASEAN countries: Evidence from panel regression approach. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business, 8*(7), 43-54.

Şimşek, B. (2025). Ar-Ge ve eğitim harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Gelişmiş ülkeler örneği. *Journal of Economic Research Foundation, 2*(1), 48-58.

Tatlı, H. (2023). Ar-Ge harcamalarının, enerji tüketiminin ve beşeri sermayenin bölgesel ekonomik performans üzerindeki etkisi. *Kafkas Üniversitesi İİBF Dergisi, 14*(28), 764-788.

Teixeira, A. A., & Queirós, A. S. (2016). Economic growth, human capital and structural change: A dynamic panel data analysis. *Research Policy, 45*(8), 1636-1648.

Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector auto regressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics, 66*(1-2), 225-250.

Tunç, T., & Dik, E. (2022). Romer'in içsel büyüme teorisi ve mekân tasarımı: Kiralık şehirler. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 30*, 328-343.

Tung, L. T., & Hoang, L. N. (2024). Impact of R&D expenditure on economic growth: Evidence from emerging economies. *Journal of Science and Technology Policy Management, 15*(3), 636-654.

Uddin, M. A., Ali, M. H., & Masih, M. (2020). Institutions, human capital and economic growth in developing countries. *Studies in Economics and Finance, 38*(2), 361-383.

Uğur, B., & Atılgan, D. (2023). Beşeri sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Kırılgan Beşli örneği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi, 24*(1), 181-198.

Ünsal, M. E., & Çalıyurt, H. B. (2021). Beşeri sermaye ve ekonomik büyüme: G7 ülkeleri örneği. *Eurasian Business & Economics Journal*, 26-37.

World Bank. (2025). *World Development Indicators*. https://data.worldbank.org, Access Date: 30.10.2025.

Yardımcı, P. (2006). İçsel büyüme modelleri ve Türkiye ekonomisinde içsel büyümenin dinamikleri. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 2006*(1), 96-114.

Yıldırım, D. Ç., & Kantarcı, T. (2018). Araştırma geliştirme harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine bir panel veri analizi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6*(5), 661-670.

ELMALILI HAMDİ YAZIR'IN 'HAK DİNİ KUR'AN DİLİ' TEFSİRİ BAĞLAMINDA KUR'AN'DA SÖZLÜ İLETİŞİM İLKELERİ

THE PRINCIPLES OF VERBAL COMMUNICATION IN THE QUR'AN IN THE CONTEXT OF ELMALILI HAMDİ YAZIR'S EXEGESIS OF THE 'TRUE RELIGION OF THE QUR'AN'

Hatice AKBAŞ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı

Doç. Dr. Faruk GÖRGÜLÜ

Düzce Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalı

https://orcid.org/0000-0002-1826-2426

ÖZET

İnsan hayatının temel unsurlarından biri olan sözlü iletişim, bireysel ve toplumsal ilişkilerin sağlıklı yürütülmesinde kritik bir öneme sahiptir. İnsanın kendini ifade etme, anlam kurma ve ilişki inşa etme süreçlerinin merkezinde sözlü dil yer alır. Aile içinden toplumsal hayata, eğitimden din hizmetlerine kadar hemen her alanda sözlü dilin niteliği, birey ve toplum üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Kur'an-ı Kerîm, insanı muhatap alan ilahî bir hitap olarak sözlü iletişime dair pek çok ilke ve ölçü sunmakta; hikmetle davet, güzel öğüt, yumuşak söz, doğru ve dosdoğru konuşma gibi kavramlarla iletişimin hem içeriğini hem de üslubunu düzenleyen bir çerçeve ortaya koymaktadır. Kur'an, sözlü iletişimde kullanılacak dilin nazik, yumuşak, anlaşılır ve kuşatıcı bir üslup üzerine bina edilmesini ister; kaba, incitici ve sert ifadelerle kurulan bir hitabın ne muhatabın gönlünde karşılık bulacağını ne de verilmek istenen mesajı etkili biçimde ulaştıracağını belirtir. Bu nedenle kime hitap edilirse edilsin, sözlü iletişim dili muhatabın kalbine nüfuz edebilecek bir incelik ve güzellik taşımalıdır.

Bu tebliğin amacı, Elmalılı Hamdi Yazır'ın Hak Dini Kur'an Dili adlı tefsirinden hareketle Kur'an'da sözlü iletişimle ilgili ilkeleri tespit etmek ve bu ilkeleri güncel dinî ve sosyal iletişim bağlamında yeniden düşünmektir. Çalışmanın temel hedefi, klasik bir tefsir metnini yalnızca lafız ve hüküm merkezli değil, aynı zamanda iletişim ve muhatapla ilişki ekseninde okumak; böylece ilahiyat ve sosyal bilimler arasında köprü kuran, iletişim odaklı bir bakış açısı geliştirmektir. Yöntem olarak, sözlü iletişimle doğrudan ilişkilendirilebilecek âyetler seçilerek, Elmalılı'nın bu âyetlere getirdiği yorumlar nitel içerik analiziyle değerlendirilecektir. Sonuç olarak, Elmalılı'nın tefsirinde temellendirilen Kur'an merkezli sözlü iletişim ilkelerinin, günümüz vaaz ve irşad faaliyetleri, din eğitimi, aile içi dinî iletişim ve dijital mecralardaki dinî söylem için önemli imkânlar sunduğu ortaya konulmakta; ilahiyat alanında sosyal bilimlerle irtibatlı, iletişim odaklı yeni okuma imkânlarına işaret edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tefsir, Kur'ân-ı Kerîm, Elmalılı Hamdi Yazır, Hak Dini Kur'an Dili, Sözlü İletişim.

ABSTRACT

Verbal communication, one of the fundamental elements of human life, holds critical importance in the healthy conduct of individual and social relations. Spoken language lies at the center of the processes through which a person expresses themselves, constructs meaning, and builds relationships. From family life to social life, from education to religious services, the quality of spoken language has a direct impact on both the individual and society. As a divine address directed to humankind, the Qur'an presents numerous principles and measures regarding verbal communication; with concepts such as inviting with wisdom, giving good advice, speaking gently, and speaking truly and uprightly, it offers a framework that regulates both the content and the style of communication. The Qur'an requires that the language used in verbal communication be built upon a gentle, soft, understandable, and inclusive style; it states that speech formed with harsh, hurtful, and coarse expressions will neither find a place in the heart of the addressee nor effectively convey the intended message. Therefore, regardless of whom one addresses, the language of verbal communication should carry a delicacy and beauty capable of penetrating the heart of the listener.

The aim of this paper is to identify the principles of verbal communication in the Qur'an based on Elmalılı Hamdi Yazır's tafsir Hak Dini Kur'an Dili, and to reconsider these principles within the context of contemporary religious and social communication. The main objective of the study is to read a classical tafsir text not only with a focus on wording and rulings, but also from the perspective of communication and the relationship with the addressee, thereby developing a communication-oriented perspective that builds a bridge between theology and the social sciences. Methodologically, verses directly related to verbal communication will be selected, and Elmalılı's interpretations of these verses will be evaluated through qualitative content analysis. As a result, it is demonstrated that the Qur'an-centered principles of verbal communication grounded in Elmalılı's tafsir offer significant opportunities for contemporary preaching and guidance activities, religious education, intra-family religious communication, and the religious discourse used in digital platforms; and it points to new communication-oriented reading possibilities in the field of theology that are connected with the social sciences.

Keywords: Tafsir, Qur'an, Elmalılı Hamdi Yazır, Hak Dini Kur'an Dili, Verbal Communication.

GİRİŞ

İletişim, insanın kendi duygu ve düşüncelerini karşı tarafa aktararak anlaşılmasını sağlaması ve aynı zamanda muhatabının duygu ve düşüncelerini anlamaya çalışmasıdır (Dölek, 2008). İnsanın varoluşundan itibaren süregelen bu temel olgu (Çalışkan & Aslanderen, 2014), bireyin hem temel hem de sosyal ihtiyaçlarını karşılamasında vazgeçilmez bir unsurdur (Çağrıcı, 2025). Kur'an'da iletişimle doğrudan veya dolaylı şekilde ilgili pek çok âyetin bulunması, sözlü iletişimin ne kadar önemli görüldüğünün açık bir göstergesidir (Sevinç & Gülsünler, 2021).

Günümüzde teknolojik araçların yaygınlaşması, bireylerin yüz yüze, derinlikli ve karşılıklı bir iletişim kurmak yerine çoğu zaman aynı ortamda dahi dijital mecralara yönelmesine yol açmaktadır. Bu durum yaşanan sorunların karşılıklı konuşma ve istişareyle çözülmesi yerine, teknolojik meşguliyetlerle ertelenmesine yol açmaktadır (Çalışkan & Aslanderen, 2014). Ayrıca insanlar, kitle iletişim araçları ve sosyal medya üzerinden öğrendikleri sözel kalıpları ve üslûbu, çoğu zaman farkında olmadan aile içinde ve yakın çevrelerinde de tekrar etmekte, bu da ilişkilerin diline olumsuz biçimde yansımaktadır (Apaydın, 2025).

Medya aracılığıyla dolaşıma giren anlamsız, estetikten yoksun, çoğu zaman gerçeği yansıtmayan mesajlar, toplumsal dilde bir "söz kirliliği"ne ve iletişimin niteliğinde belirgin bir düşüşe yol açmaktadır (Görmez, 2006, s. 8). Böylece hem maddî hem manevî anlamda hızlı, fakat çoğu zaman yıpratıcı bir dönüşüm yaşanmakta, insanlar arasında sağlıklı sözel iletişim kurmak her geçen gün daha da zorlaşmaktadır (Doğan, 2016). Nasıl ki zehirli suyla dolu bir akvaryumda bulunan balıklar bu sudan olumsuz etkileniyorsa, sağlıksız ve kirlenmiş bir dil ortamında yetişen gençler de içinde bulundukları ortamın olumsuz dil ve iletişim biçimlerini içselleştirmektedir. Bu nedenle günümüzde yaşanan söz kirliliği karşısında Kur'ân-ı Kerîm'in söz ve sözlü iletişimle ilgili ilkelerini yeniden hatırlamak, bunları hem klasik tefsir birikimi hem de güncel veriler ışığında değerlendirmek ayrı bir önem taşımaktadır (Çakan, 1995).

Bu tebliğde, Elmalılı Hamdi Yazır'ın *Hak Dini Kur'an Dili* adlı tefsiri bağlamında Kur'an'da sözel iletişimle ilgili olumlu ifade kalıpları ele alınacaktır. Böylece Kur'an'ın ortaya koyduğu sözlü iletişim ilkelerinin, Elmalılı'nın dil ve üslûp vurguları çerçevesinde günümüzün iletişim problemlerine nasıl ışık tutabileceği ortaya konulmaya çalışılacaktır.

1. SÖZLÜ İLETİŞİMİN İNSAN HAYATINDAKİ YERİ

İnsan, dünyaya hiçbir şey bilmeden gelir.[1] Hayatını sürdürebilmek, ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve duygu ile düşüncelerini başkalarıyla paylaşabilmek için ise birtakım sesler, sözler ve kelimeler aracılığıyla sözlü iletişim kurar (Akyol, 2019, s. 6). Kişi, sağlıklı sözlü iletişimi ilk olarak aile içinde öğrenir. Bu sebeple bir ailede kullanılan iletişim dili, o ailede yetişen çocuğun ileriki hayatında sevincini ve üzüntüsünü paylaşırken, evlilik hayatında ve sosyal ilişkilerinde nasıl bir üslup kullanacağını doğrudan etkiler (Acarlıoğlu, 2021, s. 636–637).

Bu bağlamda Kur'ân-ı Kerîm'de anne babaya "kerim söz" söylemeyi emreden âyette[2] geçen *"Kavlen kerîmen"* ifadesi oldukça anlamlıdır. Bu ifade, sözel iletişimde sadece "ne söylendiğinin" değil, "nasıl söylendiğinin" de önemli olduğunu gösterir. Âyetteki bu ilke, yalnızca anne-babaya yönelik bir hitapla sınırlı olmayıp, genel olarak aile içi iletişimde "kerim söz" söylemeyi, yani saygı ve inceliğe dayalı bir dil kullanılmasını gerekli kılar (Buladı, 2018, s. 31). Nitekim Kur'ân-ı Kerîm'de aile içi sözlü iletişimde ebeveynlerin çocuklarına, çocukların da ebeveynlerine karşı sevgi, şefkat ve saygı dolu bir dil kullanmaları tavsiye edilmektedir.[3] Hz. İbrahim'in putperest bir baba karşısındaki hitabı,[4] evladın anne-babaya nasıl konuşması gerektiğine örnek teşkil ederken, Hz. Yakub'un Hz. Yusuf'a,[5] Hz. Lokman'ın oğluna[6] ve Hz. Nuh'un iman etmeyen oğluna yönelik hitapları,[7] ebeveynin çocuklarına karşı rehberlik eden, sevgi ve sorumluluk temelli bir iletişim dili kullanması gerektiğini örneklemektedir (Yıldız, 2023, s. 262–263).

İslam'ın öngördüğü bu aile içi iletişim üslubundan uzak, sağlıksız ortamlarda büyüyen çocuklar ise insanlarla kurdukları sözlü iletişimde, kimi zaman haksız da olsalar sürekli alttan alan, suçlu olduklarında başkalarını suçlayan, aslında her şeyin farkında oldukları hâlde duygularını belli etmeyen ya da sorunların kaynağı kendileri olsa bile "şirin görünmek" için yapmacık davranan iletişim kalıpları geliştirebilmektedir. Böyle bireyler, sağlıklı iletişim kuramadıkları için insanlar arasında ciddi tartışmaların yaşanmasına sebep olabilir. Kendilerini açık ve anlaşılır bir şekilde ifade edemedikleri gibi, muhatapları tarafından da anlaşılamazlar (Satır, 2018, s. 123–

[1] en-Nahl 16/78.
[2] el-İsrâ 17/23.
[3] Hûd 11/42; Yûsuf 12/5; el-İsrâ 17/23; el-Furkân 25/74; Lokmân 31/13, 16–17; es-Sâffât 37/102; el-Ahkâf 42/17.
[4] Meryem 19/42.
[5] Yûsuf 12/5.
[6] Lokmân 31/13, 16–17.
[7] Hûd 11/42.

124). Bu nedenle sözlü iletişim, kişinin yalnızca kendini ifade etmesinden ibaret olmayıp, insanlar arası ilişkileri ve toplumsal huzuru doğrudan etkileyen temel bir faktördür. Kur'ân-ı Kerîm'de ortaya konan sözlü iletişim ilkeleri de bunu açıkça teyit etmektedir.

2. DİNÎ SÖYLEMDE SÖZLÜ İLETİŞİM

Dini tebliğ, Kur'ân-ı Kerîm'deki emir ve yasakların insanlara ulaştırılmasıdır (Körün, 2012, s. 296–297). Bu aktarım, çoğunlukla hutbe, vaaz veya sohbet gibi sözlü iletişim biçimleriyle gerçekleşir (Keyifli, 2018, s. 36). Dolayısıyla dini söylemde kullanılan söz sadece bir "mesaj taşıyıcısı" değil, aynı zamanda üslubu, tonu ve hitap tarzıyla muhatabın zihni ve kalbi üzerinde etki bırakan bir unsurdur. Kur'ân-ı Kerîm'de, "*Eğer (sen) kaba, katı kalpli olsaydın, hiç şüphesiz etrafından dağılır giderlerdi…"*[8] buyrularak, kaba ve sert bir üslupla kurulan iletişimin insanların kalbinde karşılık bulamayacağına dikkat çekilir (Keyifli, 2013, s. 73–74). "Kullarıma söyle, sözün en güzelini söylesinler" (Yazır, 1979, el-İsrâ 17/53) âyeti ise, özellikle sözlü iletişimde mümkün olan en güzel, en yapıcı ve en nezih ifadelerin tercih edilmesi gerektiğini vurgular. Bu âyetler, dini söylemde nefret, kin, küçümseme ve kırıcı bir üsluba yer olmadığını; aksine yumuşak, kuşatıcı, merhametli ve hikmetli bir dil kullanılması gerektiğini göstermektedir (Karaoğlan, 2020, s. 103). *"Kullarıma söyle, sözün en güzelini söylesinler; yoksa şeytan aralarına girer. Kuşkusuz şeytan insanların apaçık düşmanıdır."*[9] âyeti ise, özellikle sözlü iletişimde mümkün olan en güzel, en yapıcı ve en nezih ifadelerin tercih edilmesi gerektiğini vurgular. Bu âyetler, dini söylemde nefret, kin, küçümseme ve kırıcı bir üsluba yer olmadığını, aksine yumuşak, kuşatıcı, merhametli ve hikmetli bir dil kullanılması gerektiğini göstermektedir (Karaoğlan, 2020, s. 103). Bu sebeple peygamberlerin tebliğ yöntemleri, genel olarak bütün müminler için, özelde ise dini anlatma sorumluluğunu üstlenen hatip, vaiz, eğitimci ve davetçiler için örnek alınması gereken temel bir modeldir (Yeşil, 2021, s. 407). Onların sözlü iletişimdeki denge, nezaket, sabır ve merhamete dayalı üslubu, yalnızca içeriğin doğruluğunu değil, aynı zamanda muhatabın kalbinde karşılık bulmasını da öncelemektedir.

3. KUR'AN'DA SÖZLÜ İLETİŞİM

Kur'ân-ı Kerîm, bütün çağlardaki insanlara hitap eden, onların manevi ihtiyaçlarına cevap veren ve karşılaştıkları sorunlara çözüm sunan, Allah tarafından gönderilmiş evrensel bir kitaptır (Yazır, 1979, el-En'âm 6/38; Sadan, 2023, s. 1692).

Kur'an'da anlatılan iletişim ahlakı da bu evrenselliğin bir parçasıdır. Nitekim Kur'an'ın ortaya koyduğu iletişim ilkeleri, bireyin Allah ile olan ilişkisini derinleştirirken, aynı zamanda hem kişisel hayatını hem de toplumsal düzeni koruyan ve güçlendiren değerlerden oluşmaktadır (Özer, 2025, s. 213).

Sanayi Devrimi ile başlayıp günümüze kadar baş döndürücü bir hızla devam eden değişim ve dönüşüm sürecinde, Kur'an'ın öğrettiği iletişim ilkelerini gündelik hayata taşımak her zamankinden daha önemli hâle gelmiştir (Ünal, 2004, s. 1231–1234). Zira bu ilkeler, insan doğasına uygun bir tebliğ ve terbiye anlayışı sunar. İnsan, ancak fıtratına uygun bir eğitim ve hatırlatma ile desteklendiğinde kötülükten uzaklaşıp iyiliğe yönelebilmektedir (Ay, 1992, s. 44–45; Şanver, 2001, s. 1).

Kur'ân-ı Kerîm'deki âyetler, muhatap kitlesine ve indiği dönemin şartlarına göre farklı konulara vurgu yapar. Mekke döneminde inen âyetlerde, imanın temelleri, Allah'ın birliği ve ahiret inancı öne çıkarken, Medine döneminde inen âyetlerde, iman edenlerin çoğalmasıyla birlikte, sosyal, hukuki ve ibadetle ilgili düzenlemeler ön plana çıkmıştır. Başka bir ifadeyle, Mekke'de inanç inşa edilmiş, Medine'de bu inanca dayalı bir hayat düzenlenmiştir (Karataş, 2023, s. 288–289). Bu süreçte Kur'an, bireyin hem Allah ile hem de diğer insanlarla iletişim

[8] Âl-i İmran 3/159.
[9] el-İsrâ 17/53.

kurarken uyması gereken ahlaki ilkeleri de çeşitli âyetler aracılığıyla öğretmektedir (Özer, 2025, s. 221).

Bu çalışmada, Kur'ân-ı Kerîm'de geçen ve olumlu sözlü iletişim örnekleri sunan kavl-i adl *(adil, ölçülü söz),* kavl-i ma'rûf *(yerinde ve uygun söz),* kavl-i meysûr *(kolaylaştırıcı, incelikli söz),* kavl-i belîğ *(etkili ve muhataba nüfuz eden söz),* kavl-i sedîd *(doğru, sağlam söz)*, kavl-i tayyib *(hoş, temiz söz)* ve kavl-i sekîl *(ağır, sorumluluk yüklü söz)* ve kavl-i leyyin (*yumuşak söz)* gibi kavramlar, Elmalılı Hamdi Yazır'ın *Hak Dini Kur'an Dili* tefsiri ekseninde ele alınacaktır.

Bu kavramlar, hem Kur'an'ın sözlü iletişime yüklediği anlamı hem de Elmalılı Hamdi Yazır'ın *Hak Dini Kur'an Dili* tefsiri çerçevesinde söze ve üsluba kazandırdığı derinliği ortaya koyma bakımından çalışmanın temel başlıklarını oluşturmaktadır.

4. HAK DİNİ KUR'AN DİLİ TEFSİRİNDE SÖZLÜ İLETİŞİME DAİR ÂYETLERE GETİRİLEN YORUMLAR

Kur'ân-ı Kerîm'in insanla kurduğu ilişkinin merkezinde söz ve sözlü iletişim yer almaktadır. Peygamberler, Allah'tan aldıkları vahyi içinde bulundukları toplumun diliyle ve büyük ölçüde sözlü olarak insanlara aktarmışlardır. Bu sebeple vahyin muhataplara ulaştırılması sürecinde sözün nasıl söylendiği, yani ifadenin üslubu, açıklığı, etkileyiciliği ve nezaketi, içeriği kadar önem taşımaktadır. Kur'an-ı Kerîm, müminlerin birbirleriyle ve farklı inanç gruplarıyla kurdukları iletişimde gözetmeleri gereken ilkeleri, çeşitli âyetlerde sözlü iletişimin şekli ve sınırlarını belirleyen ifadelerle ortaya koymuştur (Hacımüftüoğlu, 2014, s. 210).

Bu bağlamda Hak Dini Kur'an Dili tefsiri, sözlü iletişime dair âyetlerin nasıl anlaşılması gerektiğine ilişkin zengin açıklamalar sunmaktadır. Bu çalışmada, Kur'an'da sözlü iletişimle ilgili âyetler arasından seçilen örneklerin Elmalılı Hamdi Yazır tarafından nasıl yorumlandığı ele alınacaktır. Özellikle "kavl" merkezli ifade formlarının (kavl-i ma'rûf, kavl-i leyyin, kavl-i kerîm vb.) tefsirde hangi anlam katmanlarıyla açıklandığı üzerinde durulacaktır.

4.1.Kavl-i Ma'rûf

Kur'ân-ı Kerîm, hayatımızdaki doğru ve yanlışları tanımlamak için iki özel kavram kullanır. Bunlardan ilki ma'rûf'tur.[10] Ma'rûf, Allah'ın bizden yapılmasını istediği, topluma ve bireye fayda sağlayan güzel davranışları ifade eder. Doğru sözlü olmak, adaletli davranmak, yardımlaşmak gibi değerler ma'rûf kapsamına girer (Çağrıcı, 1995, 11/138-141). Diğer kavram ise münker'dir.[11] Münker, ma'rûf'un tam karşıtıdır. Dinin yasakladığı, topluma ve insana zarar veren kötü davranışları tanımlar. Yalan söylemek, haksızlık yapmak, başkalarına eziyet etmek gibi eylemler münker olarak nitelendirilir. Kur'an bu iki kavramı bir araya getirerek Müslümanlara önemli bir görev yükler: "*Emr bi'l-ma'rûf ve nehy ani'l-münker"* - yani iyiliği teşvik etmek ve kötülükten alıkoymak. (Çağrıcı, 1995, 11/138-141). Bu ilke şunu vurgular: İslam'da sadece kendi davranışlarımızdan sorumlu değiliz. Çevremizdeki insanları da iyiye yönlendirmek, onları kötülüklerden uzaklaştırmaya çalışmak bizim sorumluluğumuzdur. Hikmetli bir şekilde, sevgiyle ve sabırla yapılan bu çaba, toplumun birlikte daha iyi bir yere gelmesini sağlar.

Ma'rûf söz, bir anlamda doğru, usûlüne uygun söylenen, mutedil, anlaşılır, kırıcı olmayan, net ve açık, kötü düşünce ve ümitlere kapı açmayan meşru sözdür (Çakan, 1995, s. 251). "Kavl-i ma'rûf" terkibi Kur'ân-ı Kerîm'de Bakara 2/235; Nisâ 4/5, 4/8 ve Ahzâb 33/32 âyetlerinde tekrarlanır. Elmalılı "kavl-i ma'rûf" terkibini gönül alacak söz; uygun ve olumlu her türlü söz

[10] Bk. Âl-i İmran 3/110; el-A'raf7/157; et-Tevbe 9/67,71, 1 12; el-Hacc 22/41.
[11] Âl-i İmran 3/104; et-Tevbe 9/112; Hûd 11/116; en-Nahl 16/90.

olarak açıklar. Nisâ 4/5 ve 4/8. âyetlerde geçen kavl-i ma'rûf'u, korunmaya muhtaç yetimlere ve yakın akrabadan yoksul olanlara karşı söylenmesi istenen güzel sözleri kapsar şeklinde yorumlar (Elmalılı, 2021, 2/282). Ayrıca yetimlerin korunmasına dair âyetlerde bazı âlimler bunun farz veya vacip olduğunu söylese de müfessirlerin çoğu, burada emrin teşvik amacıyla verildiğini belirtir. Bakara 2/235. âyetinde iddet bekleyen kadına evlilik teklifi bağlamında zikredilen "kavl-i ma'rûf"u ise şeriata ve akla uygun bir konuşma olarak yorumlar (Elmalılı, 2021, 1/866). Ahzâb 33/32. âyetinde ise Peygamber hanımlarına hitaben verilen emri, yapmacıktan, gösterişten ve samimiyetsizlikten uzak, açık ve net konuşma olarak değerlendirir (Elmalılı, 2021, 4/554).

4.2.Kavl-i Adl

Adl kelimesi, Tirmizî rivâyetlerinde Esmâü'l-Hüsnâ'dan biri olarak zikredilmekle birlikte (Tirmizî, De'avât, 82, 83), Kur'ân-ı Kerîm'de lafzen isim formunda geçmez; ancak adalet emri pek çok âyette vurgulanır. Nahl 16/90, En'âm 6/152, Nisâ 4/58, 4/135 ve Mâide 5/8 gibi âyetlerde, insanların her durumda adaletli davranmaları emredilmektedir.

Elmalılı Hamdi Yazır, tefsirinde adl kavramını, "bir işin önemine göre hakkı yerine koymak, her şeyi mertebesine göre düzenlemek" şeklinde açıklar. Ona göre adaletin zıddı tuğyan (azgınlık) ve zulümdür. İnsaf, hakkaniyet ve istikamet anlamlarını da içine alan adalet, ifrat ile tefrit arasında yer alan dengeli bir kavramdır ve kâinatın düzenini ifade eder (Elmalılı, 2021, 2/1001; 3/856; el-Hadîd 57/25; Nahl 16/90).

Bu çerçevede kavl-i adl, söz söylemede adaleti gözetmek anlamına gelir. Elmalılı ister yönetim Elmalılı ister şahitlikte, isterse herhangi bir konuda olsun, söz söylendiğinde hakkın ve doğrunun ifade edilmesinin zorunlu olduğunu vurgular. Ona göre "gerek hükümet gerek şahadet ve gerek herhangi bir hususta bir söz söylediğiniz vakit, hakkını ve doğrusunu söyleyiniz; hakka ve adalete ters düşen sözleri söylemeyiniz; çünkü bu tür sözleri söylemek haramdır." (Elmalılı, 2021, 3/856). Elmalılı bu ifadeleriyle, genel olarak her konuda hak ve adaleti yansıtan doğru sözün faziletini; hak ve adalete aykırı istikamette söylenen sözün ise kötülüğünü ortaya koymaya çalışmaktadır. Böylece kavl-i adl, Müslümanın diline, her durumda hakkaniyet ve doğruluk ilkesiyle sınır çizen temel bir söz ahlakı ilkesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.3. Kavl-i Sedîd

Kur'ân-ı Kerîm'de **kavl-i sedîd** ifadesi Nisâ 4/9 ve Ahzâb 33/70. âyetlerde geçmektedir. Elmalılı Hamdi Yazır, tefsirinde *kavl-i sedîd*i "vicdanlı, adaletli ve dürüst söz" olarak açıklar. Nisâ 4/9. âyette geçen kavl-i sedîd bağlamında, mirası paylaştıranların ve yetim mallarını ellerinde bulunduranların kendilerini o yetimlerin yerine koyarak düşünmeleri gerektiğini vurgular; sanki o yetimler kendi çocuklarıymış gibi hareket etmeleri gerektiğini belirtir (Elmalılı, 2021, 2/282). Böylece kavl-i sedîd, sadece sözel doğruluğu değil, aynı zamanda merhamet, empati ve adalet duygusuyla söylenmiş sözü ifade etmektedir.

Ahzâb 33/70. âyette müminlere hitaben geçen kavl-i sedîd emrini ise Elmalılı, boş söz ve dedikodudan uzak durmak, iftira ve incitici sözlerle peygamberi ve müminleri üzmemek; bunun yerine doğru, yerinde ve hak söz söylemek şeklinde yorumlar (Elmalılı, 2021, 4/592). Bu çerçevede kavl-i sedîd, hem içerik hem de niyet bakımından sağlam, dürüst, isabetli ve sorumluluk bilinci taşıyan bir söz üslubu olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.4. Kavl-i Leyyin

Kavl-i leyyin, sertlikten uzak, yumuşak bir söz anlamına gelir. Bu üslup, karşımızdaki kişiyi sert bir şekilde suçlamadan, fakat gerçeği de açık ve net bir biçimde ifade etmeyi içerir. Günümüz diliyle söylemek gerekirse, kavl-i leyyin bir tür "diplomasi sanatı"dır. Özellikle din

tebliğinde ve insanları doğru yola yönlendirmede kullanılan bir iletişim şeklidir; buna "tebliğ diplomasisi" de denebilir (Çakan, 1995, s. 253).

Kur'ân-ı Kerîm, bu üslubun nasıl uygulanacağını Hz. Musa'nın Firavun'la yaptığı konuşmalarda somutlaştırır. Nitekim Tâhâ suresinde Allah Teâlâ, Hz. Musa ve Hz. Harun'a hitaben: "*İkiniz beraber Firavun'a gidin; çünkü o sınırı çok aştı. Fakat ona yumuşak bir söz söyleyin; belki düşünür, aklını başına alır yahut (içine) bir korku düşer" buyurmaktadır"*[12]. Âyette, zulmü ve azgınlığıyla tanınan Firavun gibi bir muhataba dahi, hakikatin yumuşak bir üslupla aktarılması emredilmekte; böylece kavl-i leyyinin, muhatabın kalbini yumuşatma, düşünmesini sağlama ve onda bir iç muhasebe yahut saygı dolu bir korku uyandırma amacı taşıdığı vurgulanmaktadır. Bu durum, İslâmî tebliğde üslubun, iletilen mesaj kadar belirleyici olduğunu ortaya koyar.

Diğer taraftan, Şuarâ sûresinin 23–28. âyetlerinde yer alan diyalog, kavl-i leyyinin pratikte nasıl kullanıldığını gösteren dikkat çekici bir örnektir. Bu sahnede Hz. Mûsâ, zalim bir hükümdar olan Firavun'a karşı dahi sert, kırıcı ve aşağılayıcı bir dil kullanmaz; aksine, yumuşak ama kararlı bir üslupla mesajını iletir, sorularına hikmetli ve dengeli cevaplar verir. Kavl-i leyyin, bu yönüyle İslâm'ın iletişim anlayışının temel taşlarından biridir. Gerçeği söylerken muhatabın onuruna saygı duymayı, onu anlamaya çalışarak dinlemeyi ve yumuşak bir dille ikna etmeyi öğreten bir üslup biçimidir. (Çakan, 1995, s. 254). Elmalılı Hamdi Yazır'ın *Hak Dini Kur'an Dili* adlı tefsirinde ise söz konusu âyetler bağlamında "kavl-i leyyin" kavramına müstakil bir başlık veya özel bir terimlendirme ile temas edilmemekte, daha çok âyetlerin genel bağlamı içinde açıklamalara yer verilmektedir.

4.5.Kavl-i Tayyib

Kur'ân-ı Kerîm'de Fâtır 35/10. âyette geçen **kavl-i tayyib** terkibini Elmalılı Hamdi Yazır, tefsirinde "Kelime-i tevhid, tesbih, tahmid ve tekbir gibi güzel ve değerli sözleri kapsayan ifade" olarak açıklar (Elmalılı, 2021, 4/ 633). Buna göre kavl-i tayyib, yalnızca hoş ve düzgün lafızdan ibaret değildir; Allah'ı birleme, O'nu noksan sıfatlardan tenzih etme, övme ve yüceltme gibi içerik bakımından da temiz, sahih ve değerli sözleri ifade eder.

Elmalılı, bu âyeti yorumlarken kavl-i tayyibin Allah katında kabul görmesinin, sadece dil ile söylenmesine değil, aynı zamanda **salih amellerle desteklenmesine** bağlı olduğunu vurgular. Ona göre, güzel sözün hakiki anlamda yükselmesi ve makbul olması için, o sözü söyleyen kimsenin hayatının da o sözle uyumlu olması gerekir; aksi hâlde, amel ile desteklenmeyen sözün Allah katında gerçek bir yükseliş ve değer kazanmasından söz edilemez. Bu çerçevede kavl-i tayyib, müminin dilinde başlayan ama amelleriyle tamamlanan bir kulluk ifadesi olarak değerlendirilir. (Elmalılı, 2021, 4/ 633).

4.6.Kavl-i Belîğ

Kur'ân-ı Kerîm'de Nisâ 4/63. âyette geçen "belîğ söz (قَوْلًا بَلِيغًا)" ifadesi, Elmalılı'nın tefsirinde "anlamı güçlü, kalbe tesir eden, insanın iç dünyasına dokunan, düşündüren söz" şeklinde açıklanır (Elmalılı, 2021, 2/365). Buna göre kavl-i belîğ, yalnızca lafız bakımından güzel ve süslü bir söz değil; muhatabın vicdanına hitap eden, onu iç muhasebeye sevk eden, kalıcı bir etki bırakan derinlikli bir hitap tarzıdır. Âyette, Peygamber Efendimiz'in münafıklara karşı tamamen yüz çevirip onları kendi hâllerine bırakmaması; aynı zamanda onlara aşırı iltifat göstermeden, vicdanlarını harekete geçirecek nitelikte beliğ sözlerle nasihatte bulunması emredilmektedir. Bu, sözlü iletişimde hem uyarının ciddiyetini hem de muhatabın iç dünyasına yönelik inceliği bir arada barındıran bir üsluba işaret eder.

[12] Tâhâ 20/43-44.

Elmalılı, bu bağlamda münafık tipini somutlaştıran bir rivâyete de yer verir. Buna göre bir münafık ile bir Yahudi arasında anlaşmazlık çıkar. Münafık, hakem olarak Ka'b b. Eşref'i tercih ederken, Yahudi Resûlullah'a başvurur. Peygamber Efendimiz, delillere göre hükmederek Yahudi'nin haklı, münafığın ise haksız olduğunu beyan eder. Daha sonra bu hüküm sebebiyle rahatsızlık duyan münafığın yakınları durumu şikâyet eder. Bunun üzerine Hz. Ömer'in, hakkı batıldan kesin bir şekilde ayıran tavrı sebebiyle Cebrâil'in "Ömer el-Fârûk'tur, hakkı batıldan ayırdı" diyerek onu övmesi nakledilir. Elmalılı'ya göre bu tür örnekler, kavl-i belîğin yalnızca yumuşak veya hoş söz söylemek değil, gerektiğinde açık, kararlı, adaleti ve hakkı net biçimde ortaya koyan; buna rağmen muhatabın vicdanında yankı uyandıran güçlü bir hitap tarzı olduğunu göstermektedir (Elmalılı, 2021, 2/365).

4.7.Kavl-i Meysûr

Tebliğ ve irşad açısından doğrudan ele alınmasa bile, Müslümanın söz disiplini bakımından önemli olan söz türlerinden biri de **kavl-i meysûr**dur. Bu söz kalıbının özellikle anne-babaya, akrabaya ve ihtiyaç sahiplerine yönelik iletişimde kullanılması tavsiye edilmiştir. (Çakan, 1995, s. 255). Nazik, saygılı, gönül alıcı, güzel şeyler vadedici, makul bir biçimde özür beyan eden, muhatabın kolayca hazmedebileceği, yumuşaklık ve teselli oranı yüksek sözlere muhatap olmak, her şeyden önce anne ve babaların, ardından da toplumdaki zayıf ve kırılgan kesimlerin hakkı olarak görülmelidir.

Kur'ân-ı Kerîm'de kavl-i meysûr terkibi İsrâ 17/28. âyette geçmekte olup, Elmalılı tarafından "yumuşak söz söylemek, gönül alıcı, kolaylaştırıcı bir üslup kullanmak" şeklinde açıklanır Elmalılı'ya göre mümine düşen, elinde imkân bulunmadığı durumlarda dahi, muhatabını incitmeden, onu küçük düşürmeden, ümit ve teselli içeren yumuşak bir dille konuşmaktır. (Elmalılı, 2021, 3/911). Bu bakımdan kavl-i meysûr, yalnızca içerik olarak değil, muhatabın psikolojisini gözeten, yükü hafifleten, kalbi teskin eden bir söz biçimini ifade eder.

Elmalılı, kavl-i meysûrun anlam dünyasını, zorlukla beraber yaratılan kolaylık ilkesini hatırlatan bazı âyetlerle de irtibatlandırır. İnşirah sûresindeki "*Şüphesiz zorlukla beraber bir kolaylık vardır"* (el-İnşirah 94/6; Ayrıca bkz. el-Bakara 2/185; et-Talâk 65/7) ifadesini, Allah'ın zorlukla birlikte bir çıkış yolu ve kolaylık yarattığı, ancak bu kolaylığa herkesin kendiliğinden ulaşamayacağı şeklinde yorumlar. Ona göre, zorluktan sonra kolaylık geleceğine inanıp sabredenler, fiilen gayret gösterenler ve tevekkülle hareket edenler bu kolaylığa erişirler (Elmalılı, 2021, 6/544).). Bu çerçevede kavl-i meysûr, hem Allah'ın kulları için vaad ettiği kolaylığa işaret eden bir ümit dili, hem de Müslümanın muhatabına hayatı zorlaştırmayan, bilakis kolaylaştıran bir söz ve üslup geliştirmesi gerektiğini hatırlatan bir iletişim ilkesidir.

4.8.Kavl-i Sekîl

Müzzemmil sûresindeki "kavlen sekîlâ (قَوْلًا ثَقِيلًا)" ifadesini[13] Elmalılı Hamdi Yazır, "ağır, önemli, ciddi söz" şeklinde açıklar. Ona göre burada kastedilen "ağır söz", başta Kur'an olmak üzere peygamberlik görevinin ve vahyin taşıdığı derin anlam ve sorumluluktur. Elmalılı, ilgili âyeti tefsir ederken, Peygamber Efendimiz'in Kur'an'ı tebliğ etme görevinin büyük bir yük ve zorluk içerdiğini vurgular. Rivâyetlerde, vahiy geldiğinde Resûlullah'ın mübarek yüzünden terler boşaldığı, bunun da hem maddî hem de manevî bir baskı ve ağırlığın işareti olduğu ifade edilir (Elmalılı, 2021, 6/68)

Bu çerçevede kavl-i sekîl, yalnızca lafzı ağır bir metni değil; insana hem dünya hem ahiret sorumluluğu yükleyen, hayatı kökten dönüştürme iddiası taşıyan ilahî hitabı ifade eder. Diğer kavl türlerinde daha çok üslup, yumuşaklık, nezaket ve kolaylaştırıcılık ön planda iken; kavl-i sekîl'de vahyin ciddiyeti, taşıdığı yük ve muhatapta oluşturması beklenen derin sorumluluk

[13] Müzzemmil 73/5.

bilinci ön plana çıkar. Böylece Elmalılı, bu terkibi, hem peygamberin omuzlarına yüklenen ağır tebliğ görevine hem de Kur'an'ın muhataplarından beklediği ciddi duruş ve bağlılığa işaret eden bir kavram olarak yorumlamaktadır.

SONUÇ

İnsanın sözü, aslında onun dünyaya tuttuğu aynadır. Düşüncelerini, duygularını, inanç ve değerlerini başkalarına en çok sözleriyle taşır. Bu yüzden Kur'an-ı Kerîm, sadece neye inanılması ve nasıl yaşanması gerektiğini anlatmakla yetinmez; bütün bunların nasıl bir dille ifade edilmesi gerektiği üzerinde de dikkatle durur. İnsanın düşünce ve duygularını ifade etme biçimi, yalnızca bireysel bir tercih değil, aynı zamanda toplumsal barışın ve sosyal uyumun en temel taşlarından biridir. Aile içinden başlayarak toplumsal hayatın her alanına uzanan ilişki ağında, söz ve iletişimin niteliği hayati bir öneme sahiptir.

Kur'ân-ı Kerîm, sadece inanç esaslarını ve ibadet prensiplerini belirlemekle kalmamış; bu değerlerin insanlara nasıl ulaştırılması gerektiğine, hangi dil ve üslupla aktarılacağına dair de derin ilkeler sunmuştur. Bu çalışma, Elmalılı Hamdi Yazır'ın *Hak Dini Kur'an Dili* tefsiri merkeze alınarak Kur'an'daki "kavl" kalıplarını (kavl-i ma'rûf, kavl-i adl, kavl-i sedîd, kavl-i leyyin, kavl-i tayyib, kavl-i belîğ, kavl-i meysûr, kavl-i sekîl) sözlü iletişim açısından okumayı ve Elmalılı'nın bu kavramlara yüklediği anlamlar üzerinden Kur'an'ın söz ve üslup ahlakını yeniden düşünmeyi amaçlamıştır.

Elmalılı'nın yorumlarında söz, yalnızca bir bilgi aktarım aracı olarak değil, aynı zamanda bir ahlak ve sorumluluk meselesi olarak ele alınmaktadır. Kavl-i ma'rûf ve kavl-i meysûr, özellikle toplumun kırılgan kesimleri, yetimler, anne-baba ve maddi veya manevi desteğe muhtaç bireylerle kurulan iletişimde gönül alıcı, teselli edici ve incelikli bir dilin gerekliliğini vurgularken, kavl-i adl ve kavl-i sedîd ise her durumda hak, adalet ve dürüstlük ekseninde konuşmanın vazgeçilmez olduğunu hatırlatmaktadır. Kavl-i leyyin ve kavl-i belîğ, din tebliği ve irşad faaliyetlerinde yumuşak, ikna edici, muhatabın vicdanına dokunan ve onu iç muhasebeye sevk eden bir hitabın önemini ortaya koyarken; kavl-i tayyib ve kavl-i sekîl ise sözün içerik bakımından temiz, değerli ve ilahî sorumluluğun bilincinde olması gerektiğine işaret etmektedir.

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi ve dijital iletişim araçlarının yaygınlaşması, bir yandan iletişimi kolaylaştırmış olsa da öte yandan insanları yüz yüze, derinlikli ve samimi bir diyalogdan uzaklaştırmaktadır. Sosyal medya ve kitle iletişim araçları üzerinden hızla yayılan, çoğu zaman düşünülmeden paylaşılan, kırıcı, aşağılayıcı ve sorumsuz söylemler, toplumsal dilde ciddi bir "söz kirliliği"ne yol açmaktadır. Bu ortamda yetişen nesiller, ne yazık ki sağlıklı bir iletişim dili öğrenme fırsatı bulamamakta, aksine, içinde yaşadıkları ortamın olumsuz dil kalıplarını içselleştirmektedir. İşte tam da bu noktada, Kur'an'ın ortaya koyduğu sözlü iletişim ilkelerinin yeniden hatırlanması ve güncel bağlama taşınması bir zorunluluk haline gelmektedir.

Elmalılı'nın tefsiri, bu anlamda klasik bir kaynak olmanın ötesinde, günümüz iletişim problemlerine çözüm önerileri sunan bir metin olarak karşımıza çıkmaktadır. Onun yorumları, Kur'an'daki "kavl" kalıplarının sadece dilbilgisel birer terim olmadığını, aksine aile içi iletişimden toplumsal hayata, din eğitiminden vaaz ve irşad faaliyetlerine, hatta dijital mecralardaki din diline kadar uzanan geniş bir alanda Müslümanların söz ahlakına yön veren ilke ve değerler bütünü olduğunu göstermektedir.

Sözün gücünü ve etkisini bilen, muhatabın psikolojisini ve duygusal ihtiyaçlarını dikkate alan, adalet, merhamet ve hikmet ekseninde bir iletişim dili geliştiren bir anlayış; hem bireysel ilişkilerde hem de toplumsal barışta belirleyici bir rol oynamaktadır. Kur'an merkezli bu sözlü iletişim ilkelerinin, modern dünyanın iletişim araçları ve imkanlarıyla birleştirilmesi; daha

sağlıklı, kuşatıcı, insan onuruna yakışır ve toplumsal huzura katkı sağlayan bir din dilinin inşa edilmesine vesile olacaktır.

Sonuç olarak, Elmalılı Hamdi Yazır'ın *Hak Dini Kur'an Dili* tefsirinde temellendirilen sözlü iletişim ilkeleri, günümüz insanının hem dinî hem de sosyal hayatında karşılaştığı iletişim sorunlarına çözüm sunma potansiyeline sahiptir. Bu ilkelerin yeniden keşfedilmesi, öğretilmesi ve yaşama geçirilmesi; bireyin iç huzurunu, ailenin sağlıklı yapısını ve toplumun manevi dokusunu güçlendirecek önemli adımlardan biri olarak görülmelidir.

Bu çerçevenin özellikle vaizler, din eğitimcileri, aile danışmanları, gençlerle çalışan rehberler ve dijital ortamda dinî içerik üretenler tarafından dikkate alınması, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde daha merhametli, adaletli, saygın ve onarıcı bir iletişim dilinin oluşmasına katkı sağlayacaktır. Böylece Kur'an'ın söz ahlakı, sadece klasik tefsir sayfalarında yer alan teorik bir ideal olmaktan çıkıp, Müslümanın günlük hayatına yön veren canlı ve yol gösterici bir rehber hâline gelebilecektir.

KAYNAKÇA

Acarlıoğlu, A. (2021). Hazreti Peygamberin (S.A.S) İşleriyle İletişim Üzerinde Bir Değerlendirme. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 8(2), 636–637.

Ay, M. E. (1992). *Din eğitimi ve öğretiminde mükâfat ve ceza* (Yayımlanmamış doktora tezi). Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Felsefe ve Din Bilimleri Anabilim Dalı, Bursa.

Buladı, K. (2018). Sünnet Işığında Aile İçi İletişimde Hazreti Peygamberin Örnekliği. *Yakın Doğu Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 4(4), 31.

Çakan, İ. (1995). Kur'an'da Söz ve İletişim. *1. Din Şûrası Tebliğ ve Müzakereleri.* Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.

Çağrıcı, M. (1995). Emir bi'l-ma'rûf nehiy ani'l-münker. İçinde *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* (Cilt 11, ss. 138–141). TDV Yayınları.

Görmez, M. (2006). Söz ve iletişim ahlakı. *Diyanet Aylık Dergi*, (190), 5–8.

Hacımüftüoğlu, A. (2014). Kur'an'da sözlü iletişim adabı. *Atatürk Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 42, 210–243.

Karaoğlan, A. (2020). Nahl sûresinin 125. âyeti perspektifinde din dilinin yeniden inşa edilmesinin gerekliliği üzerine bir analiz. *Çukurova Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 103.

Karaman, Hayrettin vd. (2020). *Kur'an Yolu Türkçe Meal*. Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.

Karataş, A. (2023). Kur'an okumayla ilgili sözcüklerin ilk muhatap açısından tahlili. *Umde Dini Tetkikler Dergisi*, 6(2), 288–289.

Keyifli, Ş. (2013). Cami İçi Eğitimi ve İletişimi Süreci Olarak Hutbeler. *EKEV Akademi Dergisi*, 17(55), 73–74.

Keyifli, Ş. (2018). Cami merkezli hizmetlerde din dili. *Cunda toplantıları 1: Din Dili Çalıştayı.* (s. 35-53). Balıkesir Üniversitesi.

Körün, E. (2012). Tebliğ üslup. *Dicle Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 296–297.

Özer, R. (2025). Kur'ân-ı Kerîm'de iletişim ahlakı. *Genç Mütefekkirler Dergisi*, 6(1), 213–221.

Sadan, H. (2023). Kur'an'da iç iletişim. *Akademik Tarih ve Düşünce Dergisi*, 10(5), 1692.

Satır, V. (2018). *İnsan yaratmak: Aile terapinin başyapıtı*. Beyaz Yayınları.

Şanver, M. (2001). Dini tebliğ ve eğitim açısından Kur'an'da insan psikolojisi ve özellikleri. *Uludağ Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 1.

Ünal, İ. H. (2004). Kur'an'da Aile Kurumu. *Diyanet İlmi Dergi*, 40(2), 7-20.

Yeşil, R. (2021). Kur'ana göre tebliğ ve tebliğcinin konuşma üslubu. *Batman Academi Dergisi (Batman Üniversitesi İslami İlimler Fakültesi Dergisi)*, 5(2), 407.

Yazır, E. M. H. (1979). *Hak Dini Kur'an Dili*. Eser Neşriyat.

Yazır, E. M. H. (2021). *Hak Dini Kur'an Dili*. Türkiye Yazma Eserler Kurumu Başkanlığı Yayınları.

Yıldız, İ. (2023). Kur'an âyetleri ışığında ailenin görevleri. *Yakın Doğu Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 262–263.

GELENEKSEL RİTÜELDEN KENTSEL MEKÂNA: DİYARBAKIR'DA TAZİYE KÜLTÜRÜNÜN YENİDEN BİÇİMLENİŞİ

FROM TRADITIONAL RITUAL TO URBAN SPACE:
THE RESHAPING OF CONDOLENCE (TAZIYE) CULTURE IN DIYARBAKIR

Hatice BAL
Yüksek Lisans Öğrencisi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı
Hale DEMİR KAYAN
Doç.Dr., Dicle Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Bina Bilgisi Anabilim Dalı

ÖZET

Ölüm, bilimsel olarak bir sonu ifade etse de insanların dini inanışlarında ve kültürlerinde birçok farklı anlam taşımaktadır. Geçmişten günümüze bütün toplumlarda ölüm sonrası, farklı biçimlerde yürütülen törensel formların olduğu görülmektedir. Ölüm sonrası şekillenen bu törensel şemanın önemli bir kısmını "taziye" adı verilen, ölünün arkasından yakınlarının acılarını paylaşmak için yapılan ziyaretler oluşturmaktadır. Toplumsal yaşamda görülen taziye kültürü, Diyarbakır'daki kentleşme ve kentlileşme ile geleneksel yapıdan farklılaşmaya başlamıştır. Bu çalışmanın amacı da farklılaşan bu kültürün toplumdaki yerini, kent içerisindeki değişim ve gelişimini tespit etmektedir. Kentlileşme ile başlayan apartman hayatının dayattığı kurallar çerçevesinde yaşam alanlarında görülen mekânsal farklılaşmalar, eskiden beri süre gelen taziye kültürünü yaşatmakta güçlük yaratmıştır. Ölen kişinin toplum içindeki statüsüne bağlı olarak çok sayıda kişinin gelebildiği taziye törenlerinde konut tipinde görülen farklılaşmayla beraber binaların bodrum veya zemin katları, toplantı veya düğün salonları, spor salonları, kıraathaneler gibi sosyo-kültürel etkinlikler için ayrılmış yerler taziye evlerinin bağımsız olarak oluşumuna giden yolda kendine yer bulmaya başlamıştır. Diyarbakır'da taziye evleri için "yas evi" kelimesi de kullanılmaktadır. Genel olarak taziye evlerinin inşasının; dernekler, hayırseverler, sivil toplum örgütleri ve belediyeler tarafından yapıldığı görülmektedir. Taziye evlerinin başında imam, vaiz, seyda[1], mele[2], dernek başkanları gibi kişiler vardır. Taziye genel olarak 3 gün sürmektedir. Taziye sahipleri bu süreçte sıcak veya soğuk içecek ikramlarında[3] bulunmaktadır. Taziye süresince sunulan hizmetlerin maliyetleri ise taziye sahipleri, dernekler ve gönüllüler tarafından karşılanmaktadır. Bu çalışmada yazılı ve basılı kaynaklardan literatür taraması yapılarak; belediye arşivleri, sözlü görüşmeler, yerinde gözlem/inceleme metotlarıyla çalışma tamamlanmıştır. Diyarbakır kent merkezine bağlı ilçelerinde bulunan 47 mahalle bu çalışmanın sınırlarını oluşturmaktadır. Taziye evlerinin kentin içinde sayılarının sürekli artması ve mimarisinin özelleşmesi toplumda önemli bir yer edindiğinin ve bu mekânların incelenmesi gerektiğinin önemini ortaya koymaktadır. Taziye evleri, kentlileşme odağında, önce çadırlarda, sonra bina altlarında ve camii bağlantılı

[1] Seyda: Etimolojisi hakkında kesin bilgi olmasa da Arapça "Seyyid" kelimesinin, önce Farsça bir seslenme formunda: "Efendim!" "Büyüğüm!" anlamındaki "Seyyida!" şeklinde kullanıldıktan sonra Kürtçe dili telaffuza uyum sağlamış ve bugünkü şeklini almıştır (Yalar, 2011, sf: 459).

[2] Mele: Daha çok Kürtçede "Mela" olarak kullanılan Mele; Farsça ve Türkçede kullanılan "Molla" nın Kürtçe kullanışıdır (Yalar, 2011, sf:464).

[3] Türkiye'de değişen sosyo-ekonomik hayat sebebiyle taziye sahipleri özellikle yemek ikramı için kredi dahi çekmeye başlamış ve birçok insan için büyük külfete dönmüştür. Bu sebepledir ki yemek verme uygulaması kentin önde gelen kurum ve kuruluşları ile hayırseverleri tarafından kaldırılmış, sadece sıcak ya da soğuk içecek ikramları yapılmaktadır.

oluşturulurken bugün fonksiyonel olarak daha büyük ve özelleşmiş alanlara ihtiyaç duyulmuş ve bağımsız binalar biçiminde kentte kendine yeni bir yer edinmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ölüm; Taziye/Yas; Taziye/Yas Evleri; Diyarbakır

ABSTRACT

While death scientifically signifies an end, it carries many different meanings in people's religious beliefs and cultures. From past to present, all societies have had various forms of ceremonial activity following death. A significant part of this post-mortem ritualistic scheme consists of visits called "tayat" (condolences), which are made to share the grief of the deceased's relatives. The culture of condolence, seen in social life, began to differentiate from the traditional structure with the urbanization and growing urbanization of Diyarbakır. This study aims to identify the place of this differentiated culture in society and its changes and development within the city. The spatial differentiation observed in living spaces, within the framework of the rules imposed by apartment living that began with urbanization, has created difficulties in maintaining the long-standing culture of condolence. Condolence ceremonies, which can attract large numbers of people depending on the deceased's status within society, have seen a shift in housing types, leading to the independent formation of condolence houses. In Diyarbakır, the term "mourning house" is also used for condolence houses. Generally, the construction of condolence houses is undertaken by associations, philanthropists, non-governmental organizations, and municipalities. Condolence houses are headed by individuals such as imams, preachers, seydas, meles, and association presidents. Condolences generally last three days. Condolence recipients are offered hot or cold beverages during this period. The costs of services provided during the condolence are covered by the condolence recipients, associations, and volunteers. This study was completed by conducting a literature review of written and printed sources, using municipal archives, oral interviews, and on-site observation/investigation methods. The 47 neighborhoods within the districts of Diyarbakır's city center constitute the boundaries of this study. The continuous increase in the number of condolence houses within the city and the specialized architecture of these spaces highlight their significant place in society and the importance of examining them. While condolence houses were initially established in tents, later under buildings and connected to mosques as urbanization progressed, today the need for functionally larger and more specialized spaces has led to a new place in the city in the form of independent buildings.

Keywords: Death; Condolence/Mourning; Condolence/Mourning Houses; Diyarbakır.

GİRİŞ

Toplumsal yaşamda doğum, ölüm ve evlilik gibi ritüellerin biçimsel özellikleri, süreleri ve işleyişleri; kültürel, dinsel, ekonomik ve mekânsal unsurların karşılıklı etkileşimi doğrultusunda şekillenmiştir. İlk çağlarda insanlar, doğa olayları ve özellikle ölümü insanüstü veya kutsal güçlerin müdahalesi olarak görmüş, ölümün kaçınılmaz ve yaşamla iç içe bir olgu olduğuna inanmışlardır (Çakır, 2023, sf:60-61). Ölüm üzerine düşünen insanoğlu, bu olguya yüklediği farklı anlamlar doğrultusunda çeşitli tutumlar geliştirmiş ve bu tutumlar dini, felsefi, ahlaki ve hukuki alanlarda yaşam tarzını ve davranışlarını şekillendirmiştir (Tanhan ve İnci, 2009, sf: 6).

Geleneksel toplumlarda ölüm, mistik anlamını korurken, kaybın kabulünü kabul etmeyen statü ve roller çerçevesinde acının paylaşılması ve boşluğun doldurulması amacıyla belirli tören ve

merasimlerle somutlaştırılmıştır (Sağır, 2013, sf:213-214). Bu bağlamda, ölüm etrafında şekillenen ritüellerin yerel toplumsal ve mekânsal koşullarla nasıl ilişkilendiğini anlamak, bölgesel kültürel örüntülerin incelenmesini gerekli kılmaktadır. Diyarbakır, Güneydoğu Anadolu'da, kuzeyde dağlık, güneyde çöl karakterli ovalar arasında, kenti şekillendiren önemli etkenler Karacadağ'dan Dicle'ye uzanan bazalt yayla üzerinde, yüksek dağlarla çevrilmiş ve orta kısmı hafif çukurlaşmış bir çanak biçiminde konumlanması ve doğusundan geçen Dicle Nehri, olmuştur (Dalkılıç ve Aksulu, 2001, sf:53).

Diyarbakır, tarih öncesinden itibaren savunmaya uygun topografyada, İçkale'de ortaya çıkan kent, surların Roma-Bizans döneminde günümüz görünümüne kavuşmasıyla Suriçi'ne yayılmış; Dağ Kapı yakınlarında sur duvarlarının yıktırılmasıyla sur dışına 1930'lardan itibaren alınan imar kararlarıyla öncelikle kamu binalarının yayılımı ve etrafında gelişen konut yapılarıyla genişlemiş; 1955 yılından sonra kentsel büyüme Gar ötesinde; 1975 yılına kadar düzensiz kentleşme başlamış; 1984-1994'te kırsal göçle en hızlı konut gelişimi yaşanmış ve 2000'li yıllardan sonra Kayapınar ve Bağlar-Bağcılar'da dikey yapılaşmayla kuzey-kuzeybatı yönünde yayılmaya devam etmiştir (Dağlı ve Çağlayan, 2020, sf:228).

Diyarbakır'da 1980'lerde başlayan ve 1990'larda hızlanan zorunlu göç ile doğurganlık hızı ile beraber, kentsel demografik büyümenin en önemli dinamiklerini oluşturmuş; kırsal yaşam tarzını kent ortamına taşımaya çalışan bireylerin yeni arayışları Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da taziye evleri gibi uygulamaları ortaya çıkarmıştır (Parin ve diğ., 2012, sf: 221-222). Bu tutumlardan biri olan "taziye", İslam Ansiklopedisi'nde *"Yakını vefat eden bir kimseyi ziyaret ederek baş sağlığı dileme, tesellide bulunma anlamında bir terim."* şeklinde tanımlanmaktadır (Çağrıcı, 2011, sf: 202-203).

Taziye ritüelleri, ölüm ve defin sürecinden sonra mezarlık dönüşüyle başlayıp belli bir süre boyunca uygulanan ve geleneksel davranışları kapsayan törenler biçiminde gerçekleşmiştir. Doğu ve Güneydoğu'da 1990'lardan sonra hızlanan toplumsal ve mekânsal dönüşüm, taziye olgusunu dinsel, kültürel ve toplumsal davranış kalıplarını barındıracak şekilde dönüştürmüş ve kentleşme ile kentlileşme deneyiminin artmasıyla taziye törenleri, geleneksel müstakil evlerden (ölen kişinin evinden bağımsız), anonim "taziye evleri" ve taşınabilir "taziye çadırları" gibi yeni mekânlarda sürdürülmüştür (Parin ve diğ., 2012, sf: 221).

Bu çalışmanın temel amacı, kent dokusu içerisinde sürekli değişim ve dönüşüm geçirerek sayıları artan ve mimari açıdan giderek özelleşen taziye kültürünün, toplum nezdinde edindiği önemi koruyarak geçirdiği yeniden biçimlenme süreçlerini sistematik bir şekilde tespit etmektir; bu çerçevede çalışma, literatür taraması yoluyla yazılı ve basılı kaynakların derinlemesine incelenmesi, yerinde gözlem ve incelemeler, belediye arşivlerinin taranması ile ilgili aktörler ve halk arasında gerçekleştirilen sözlü görüşmeler gibi çok boyutlu yöntemlerin eşgüdümlü olarak uygulanması ile yürütülmüş ve Diyarbakır kent merkezindeki 47 mahalle ile sınırlandırılmıştır. Araştırmanın sonuçları göstermektedir ki, kentlileşme ve mekânsal dönüşüm süreçleri odağında taziye törenlerinin mekânsal konumu evrim geçirmiş; başlangıçta geçici ve taşınabilir çadırlar, daha sonra bina altları ve cami bağlantılı alanlar aracılığıyla sürdürülürken, günümüzde bu törenlerin fonksiyonel gereksinimleri, bağımsız ve daha geniş mekânlara ihtiyaç duymasına yol açmış ve böylelikle kentte kendine özgü konumsal ve mimari kimliğini kazanarak toplumsal hizmet sunumu açısından daha nitelikli ve özelleşmiş bir yapısal form kazandığı belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

İnsan yaşamının geçici doğası, toplumsal ve kültürel bağlamlarda çeşitli ritüeller ve gelenekler aracılığıyla anlamlandırılır; bu ritüeller, bireysel sorumluluk, toplumsal dayanışma ve inanç temelli uygulamalarla hem yaşamın sonlanışı karşısında rehberlik sağlar hem de toplumsal bütünlüğü güçlendirir. Ani veya beklenmedik şeklide gerçekleşen ölüm, hem ölen kişinin vasiyetlerini düzenleme şansı olmaması hem de geride kalanların vedalaşamaması ve çözülmemiş çatışmalar nedeniyle şok, inanılmazlık ve öfke gibi yoğun duygular yaşanır. Bu tür trajik durumlarda, geride kalanlar için ölümün sosyolojik yansıması olarak taziye geleneği, toplumsal bir tutum şeklinde ortaya çıkmıştır.

İslam toplumlarında ise cenaze törenleri, ölümün ahirete geçişi olarak kabul edilmesi, cenazenin sadelik içinde defnedilmesi ve yakınların yaklaşık üç gün süren yas süreciyle manevi destek ve sabır dilemesi şeklinde yapılandırılmıştır. Taziye, İslam'da Hz. Muhammed'in ölenin arkasından üç güne kadar yas tutmayı öğütleyen uygulamalarına dayanmakta olup; ölenin yakınlarını teselli etmeyi amaçlayan ve mezar hazırlığı, cenaze defni ile baş sağlığı ziyaretleri gibi sosyal, kültürel ve dinsel uygulamaları içeren, zengin ritüel özellikleri taşıyan kapsamlı bir olgudur (Parin ve diğ., 2012, sf: 214).

İnsanlık tarihinin her döneminde toplumların kültürel ve dini ihtiyaçlarını karşılayan yapılar ortaya çıkmış olup, taziye evleri de bu bağlamda öne çıkarak; özellikle İslamiyet başta olmak üzere farklı dinlerin ölüm ve sonrası ritüelleriyle taziyeyi sistematik bir uygulama haline getirmiş, Diyarbakır'da Müslümanlar, Ermeniler, Süryaniler, Keldaniler, Yezidiler, Yahudiler ve Aleviler yüzyıllardır birbirlerinden etkilenerek benzer taziye ritüelleri geliştirmiş ve bu uygulamaların yürütülebilmesi için taziye evleri gibi özelleşmiş mekânlara ihtiyaç duyulmuştur.

Diyarbakır'daki taziye evlerinin ortaya çıkışı, bölgede kentsel nüfusun artması ve apartmanlaşmayla birlikte konut tiplerinin değişmesi sonucu geleneksel ritüellerin daralan yaşam alanlarında karşılanamamaması nedeniyle, çok katlı binaların bodrum ve zemin katlarında başlangıçta çeşitli sosyo-kültürel etkinliklere ayrılan ortak mekânların giderek taziye geleneğini barındıracak biçimde dönüşmesiyle şekillenmiş; kente yeni yerleşen bireylerin sosyolojik bağlarının, ilişkiler ağlarının ve kültürel davranış kalıplarının apartman yaşamının dayattığı mekânsal sınırlılıkla uyumsuzluğu, özellikle yüzlerce kişinin katılımını gerektiren taziye törenlerinin "evin dışında fakat evle bütün bağını koparmayan" ara mekânlarda icra edilmesini zorunlu kılmıştır (Parin ve diğ., 2012, sf: 222-223).

Bu mekânsal ve işlevsel dönüşüm, taziyenin apartman yaşamına uyum sağlama çabasından uzaklaşıp zamanla evle kurduğu sembolik bağı da aşındırarak tamamen bağımsız ve kurumsal nitelikli mekânlara yönelmesine zemin hazırlamıştır.

Ölen kişinin veya yakınlarının evlerinde gerçekleştirlen geleneksel taziye töreni, ev ilişkisi sınırlı geçiş evresi ve sonra evden tamamıyle kopuk, bağımsız ve anonim taziye evlerinde devam etmekte olup, bu mekânlar kent coğrafyasında hem müstakil hem apartman tipi konutlardan uzaklaşmış, bazen camilerle bitişik bazen mahalle ara sokaklarında konumlanmış

ve yapımı ile donatımı hayırseverler, mahalle sakinleri, sivil toplum kuruluşları ve son dönemde belediyeler tarafından gerçekleştirilmiştir (Parin ve diğ., 2012, sf: 223-224).

Taziye, toplumsal değişme süreciyle birlikte özellikle 1990'lardan sonra güçlü bir dalga özelliği gösteren kentleşmenin etkisi altında belirgin bir dönüşüm geçirmiş, geleneksel olarak evlerde sürdürülen taziye, kentsel normların içselleştirilmesiyle beraber yerleşik-bağımsız taziye evlerine ve mobil çadırlara taşınmış; böylece "özel" mekândan "anonim" mekâna geçiş sağlanarak törenlerin süresi üç güne indirgenmiş, erkek merkezli olan taziye törenleri kadınların ve çocukların görünürlüğü azalmış, duygusal yoğunluğu yüksek ev içi ortamın yerine ölen kişiyle ilişki kurmayı güçleştiren nötr mekânların yaygınlaşmasıyla taziye deneyimi sıradanlaşarak tek tipleşmiş, geleneksel dayanışma ağlarının yerini profesyonel ve bürokratik işleyişe sahip hizmet ilişkileri almış, hem mekânsal hem de toplumsal açıdan düzenlenmiş ve kurumsallaşmış bir kentsel seremoniye dönüşmüştür (Parin ve diğ., 2012, sf: 225-226).

Taziye, tarihsel ve kültürel köklerini korumakla birlikte, modern kentsel yaşamın etkisiyle toplumsal, mekânsal ve duygusal boyutları yeniden biçimlenen kurumsal bir ritüele dönüşmüştür.

SONUÇ

Ölüm, insan yaşamının doğal ve kaçınılmaz bir parçası iken ölüm sonrası süreçler; bireysel sorumluluk, toplumsal dayanışma ve dini ritüeller çerçevesinde kapsamlı bir yapıya dayanmaktadır. Bu ritüellerden biri olan taziye, ölüm karşısında bireylere sabır, tevekkül ve dayanışma duygusu kazandırmayı amaçlayan gelenek ile tanımlanmaktadır. Taziye evleri, özellikle Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ölüm sonrası yas ve dayanışma süreçlerinin kurumsallaştığı kamusal-yarı kamusal mekânlar olarak ortaya çıkmış, toplumsal değişme, kentleşme ve konut tipolojilerindeki dönüşümlerle birlikte geleneksel taziye olgusunun mekânsal karşılığı hâline gelmiştir.

Geleneksel taziye uygulamaları, geniş aile yapısının ve avlulu konut dokusunun yaygın olduğu dönemlerde ev içi ve ev çevresinde yürütülmekteyken, apartmanlaşmanın hız kazanması, hane halkı büyüklüklerinin küçülmesi ve yeni yaşam biçimlerinin ortaya çıkmasıyla birlikte bu ritüeller için yeterli fiziksel alan sağlamak mümkün olmamıştır. Böylece kentsel yaşam biçimleriyle uyumlu halde örgütlenmesini sağlayan anonim fakat işlevsel mekânlar olarak ortaya çıkarak; hem mekânsal bir ihtiyaç hem de kültürel bir süreklilik aracı olarak somutlaşmıştır. Bunun sonucunda da taziye, duygusal yoğunluğu yüksek ev içi yas ortamlarından çıkarak daha nötr, düzenlenmiş ve kamusal nitelik taşıyan bir kentsel seremonilere dönüşmüştür.

Yapımı ve donatımı hayırseverler, mahalle sakinleri, sivil toplum kuruluşları ve son dönemde belediyeler tarafından gerçekleştirilen taziye evleri, bireysel kaybın toplumsal bir deneyime dönüştüğü, geleneksel ritüellerin kentleşme sürecinde mekansal biçimlendiği bir forma evrilmiştir.

Sonuç olarak taziye evlerinin, geleneksel ritüelden kentsel mekâna evrilmesinde, Diyarbakır'da taziye kültürünün yeniden biçimlenmesinde büyük ölçüde modern kent yaşantısının etkisi görülmektedir. Bu yapıların toplumsal hafızanın somutlaştığı ve geleneksel ritüellerin kentsel mekan üretme gücünü gösteren özgün yapılar olarak değerlendirilmesi önemli olup; gelecekte yapılacak çalışmalarda daha detaylı ele alınması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1) Çağrıcı M. (2011). Taziye. TDV İslam Ansiklopedisi. İstanbul. 40.cilt. sayfa: 202-203. (Erişim Tarihi: 26.10.2024). https://islamansiklopedisi.org.tr/taziye

2) Çakır E., A. (2023). Modern Toplumda Taziye Geleneğinin Değişimi. Medeniyet Araştırmaları Dergisi. Volume 8, Issue 2, pp. 55-66. DOI: 10.52539/mad.1252731. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2959284

3) Dağlı, D., & Çağlıyan, A. (2021). Kentsel Gelişim ve Dönüşüm Sürecinin Belirlenmesi: Diyarbakır Örneği. International Journal of Geography and Geography Education (43), 212-234. https://doi.org/10.32003/igge.819481. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1374370

4) Dalkılıç N. ve Aksulu I. (2001). Diyarbakır Kenti, Geleneksel Konut Mimarisi. Gazi Sanat Dergisi. ISSN: 1302-7484. Sayı: 2 Yıl:2, sf:53-69. https://www.researchgate.net/profile/Neslihan-Dalkilic/publication/318362595_Diyarbakir_Kenti_Geleneksel_Konut_Mimarisi/links/5966076b0f7e9b2a368333e1/Diyarbakir-Kenti-Geleneksel-Konut-Mimarisi.pdf

5) Parin S., Bilgili A. E., Menak Z. (2012). Kent (li) leşme Pratiğinde Yeni Bir Olgu: Taziye Evleri ve Farklılaşan Sosyo-Kültürel Pratikler. YDÜ Sosyal Bilimler Dergisi. 2012;5 (2):212-235. https://dergi.neu.edu.tr/public/journals/7/yazardizini/parin-s-bilgili-a-e-menak-z-2012-ekim.pdf

6) Sağır A. (2013). Modern Dünya ve Ölüm: Batılının Ölüm Karşısında Tavırları. Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi (ISSN: 2147-0626). Vol. 2, No. 4, November 2013, pp: 213-221. DOI: 10.7596/taksad.v2i4.305 https://isamveri.org/pdfdrg/G00007/2013_4/2013_4_SAGIRA.pdf

7) Tanhan F. ve İnci F., A. (2009). Ölüm Eğitimi, Pegem Akademi Yay., Ankara. (Erişim Tarihi: 26.10.2024). https://depo.pegem.net/9786054282234.pdf

8) Yalar M. (2012). Seyda, Mela ve Feqilerin Bölgenin Dini ve Kültürel Hayatındaki Yeri. Medrese gelenegi ve Modernleşme Sürecinde Medreseler, Uluslararası Sempozyum. 5-7 Ekim 2012 Muş Alparslan Üniversitesi Muş, Türkiye. 1. Cilt ISBN: 978-605-5137-01-4. Sf: 459-470. https://isamveri.org/pdfdrg/D220885/2013/2013_YALARM.pdf

ANTICANCER ACTIVITY OF ALOE VERA

Hatice Kübra Er
Sivas Cumhuriyet University Pharmacy Faculty
ORCID ID: 0009-0006-3715-3889
Hayrani Eren Bostancı
Sivas Cumhuriyet University Pharmacy Faculty Department of Biochemistry
ORCID ID: 0000-0001-8511-2316

ABSTRACT

Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) has therapeutic activity on various diseases such as cancer, diabetes, hemorrhoids, injuries, and insomnia. Aloe vera also exhibits antioxidant, antifungal, and antibacterial activity. Thanks to these properties, it was known as the "plant of immortality" in Ancient Egypt and is referred to as the "miracle plant" today (1,2). Aloe vera is particularly noteworthy in cancer treatment because it does not have significant adverse effects. This is because the active ingredients used in cancer treatment today have a very negative impact on patients' quality of life and increase mortality. Some frequently observed adverse effects include hair loss, infertility, fatigue, and cardiovascular diseases (8, 6, 4). In a toxicity study conducted by the IASC on experimental animals, aloe vera was tested for genotoxicity, subacute, acute, and subchronic toxicity, and no toxicity was found (3). However, in human oral use, side effects such as nausea, hypokalemia, jaundice, and abdominal pain have been encountered over a period of more than 2 weeks (7). Aloe Barbadensis Miller may exhibit anticancer activity by inducing both apoptosis and autophagy in cancer cells (8). This activity is mediated by mTOR/AKT, FOXp3, TGF-beta, p53 pathways, BCL2 downregulation, Bax proteins, and caspase upregulation, among others (4,9,10,11). Aloe vera may exhibit anticancer activity due to its effects on inducing apoptosis, antiproliferative activity, antigrowth activity, antiangiogenesis activity, regulation of glucose metabolism, inhibition of telomerase activity, and cellular immunity (12). Furthermore, it has been determined that Aloe vera affects the phases of the cell cycle, thereby preventing proliferation, and this effect has been found to be related to various genetic pathways. This activity has been reported to occur on the G0/G1 phases of the cell cycle, while in the S phase, it supports cell proliferation. Aloe vera also contributes to anticancer activity through the immune system by increasing the number of T helper-1 cells and the amount of IL-4, thereby suppressing tumor growth. The study also showed that glucomannan, a component of aloe vera, supports this activity by facilitating the uptake of other anticancer agents (4). Consequently, investigating the anticancer activity of aloe vera in various formulations may offer a new strategy against cancer.

Keywords: Anticancer activity, Aloe vera, Cancer Pathway

CANCER

Cancer has caused 20 million new cases and 9.7 million deaths in recent years. İt is characterized by uncontrolled cell growth and proliferation, is a common disease worldwide. Problems that arise during cancer treatment are oftenly related to drug resistance, spread/metastasis, and the adverse effects of drugs on cancer treatment. Therefore, researchers are working on new syntheses, pharmaceutical formulations, and new sources of active ingredients. Many important drugs, such as taxol, are being isolated from plants to develop low-cost cancer drugs (13).

PLANTS AND CANCER

Plants have numerous therapeutic functions on illnesses such as wounds, fevers, infections, and cancer. Different parts of the plant may have different effects. This depends on the presence or concentration of the active ingredient on this part. Bioactive phytochemical compounds can vary depending on environmental conditions, etc. These phytochemicals can be purified from plants using various methods. For example, *Taxus chinensis* is a primary source of taxol, a cancer chemotherapeutic agent. This plant exhibits anticancer activity, particularly against colon, lung, liver, esophageal, lymphoma, and breast cancers. Paclitaxel, which it contains, is a taxane-type diterpenoid. This bioactive compound exhibits therapeutic activity against cancer. It inhibits the cell cycle by acting on microtubules, leading to apoptosis. When looking at the *Curcuma longa* plant, curcumin plays a key role in its anticancer activity. Curcumin induces apoptosis and exhibits proapoptotic effects. *Zingiber officinale* provides chemopreventive activity against colon cancer and has anticancer activity. Gingerol, in particular, is notable for its phagocytosis and apoptosis-inducing anticancer activity. *Vinca rosea* owes its anticancer activity primarily to its alkaloids. Its activity has been observed in breast, lung, and ovarian cancers. Colchicine is the main component in C. autumnale for anticancer activity. This activity depends on the inhibition of G2/M phases. *Nigella sativa* has thymoquinone, which kills abnormal cells and stops the growth of tumor cells. It also plays a role in the metabolism of carcinogenic enzymes like CYP3A4. *Aloe barbadensis* Miller is also a plant that has anticancer bioactive ingredients such as acemannan, glucomannan, etc. (7, 14, 15).

PLANT OF IMMORTALITY '*ALOE BARBADENSİS* MİLLER'

Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) has various therapeutic activities on various diseases, including cancer, diabetes, hemorrhoids, wounds, insomnia, and more. For this reason, it was the "plant of immortality" in ancient Egypt and is known as the "miracle plant" in today's world. Aloe vera also has antioxidant, antimicrobial, analgesic, and immunomodulatory activities. These activities involve various signaling pathways and molecular interactions. Aloe vera's antimicrobial activity is based primarily on saponins, which are degraded by the germ membrane. Moisturization is crucial for the wound healing process, and Aloe vera provides hydration. Aloe vera is effective in modulating blood sugar levels, making it beneficial for diabetes. Aloe vera contains beta-carotene, vitamin E, and vitamin C, among other antioxidants. Acemmannan exhibits immune-stimulating, wound-healing, and anti-inflammatory properties. Its salicylic acid and carboxypeptidase content are responsible for its analgesic effects. Glucomannan, like aloin, is responsible for anticancer activity in certain ways (2, 7).

ANTİCANCER ACTİVİTY OF ALOE VERA

Aloe barbadensis Miller may exhibit anticancer activity by inducing both apoptosis and autophagy in cancer cells. This activity is mediated by, among others, mTOR/AKT, FOXp3, TGF-beta, and p53 pathways, downregulation of BCL2, Bax proteins, and upregulation of caspases. Studies have reported that aloe vera has both anticancer and preventive effects to cancer (7, 16, 17, 18). Example for studies;

- Application of aloe vera-based creams may prophylactically prevent radiation-induced head and neck cancers (19).
- Aloe emodin has been reported to induce pyroptosis in cancer cells, inhibit proliferation and migration. Furthermore, a tendency for caspase-dependent cell death and mitochondrial dysfunction were observed in HeLa cells. It has been determined that p53, MAPK, and p13-Akt signaling pathways are induced by aloe emodin administration, and that the cells' sensitivity to other chemotherapeutic agents is also increased. Also, Aloe emodin may inhibit the Akt/mTOR pathway (2,20).
- Aloe vera reduced periostin levels in cervical cancer, thus demonstrating potential anticancer activity. Quercetin, aloe-emodin, and beta-carotene exhibited anticancer activity by binding directly to AKT1. Arachidonic acid, aloe-emodin, beta-carotene, and quercetin bound to TP53. Activation of TP53 prevented the accumulation of damaged DNA, thereby inhibiting unlimited cell proliferation (21).
- Aloe emodin, one of the anthraquinones in aloe vera juice, blocked the cell cycle in the G2/M phase in leukemic cancer cells and inhibited cyclyn B1, thus stopping cell proliferation (22).
- Aloe vera ethanol extract induced apoptosis via downregulation of the bcl-2 gene and upregulation of bax, caspase 3, -9 gene, and p53 expression levels. Aloe vera's effects are also linked to immunity (23).
- Aloe vera suppresses tumor growth by increasing T-helper 1 and IL4. Furthermore, aloe vera's anticancer activity may provide therapeutic support through synergistic effects in various combinations (7).

COMBİNATİONS

Aloe vera-cysplatin combination has been shown to have anticancer activity by inducing apoptosis and increasing effector molecules in breast and ovarian cancers (16). The synergism between paclitaxel and Aloe vera was investigated, and it was determined that apoptosis was triggred in the A549 cell line through tght-junction proteoglycan- associated mechanisms. Apoptosis was observed in the MCF-7 cell line throughthermoogenesis, ribosomal, and ROS mechanisms. This combination suppressed the glycolytic pathway in cancer cells and initiated the apoptotic process by regulating gene levels. It also suppressed protein synthesis and prevented proliferation (21). Aloe emodin was tested in combination with tamoxifen, cisplatin, docetaxel, 5-fluorouracil, and doxorubicin. Whilw no significant findings were observed with the other combinations the aloe emodin-tamoxifen combination was found to be synergistic. This combination induced apoptosis by increasing intracellular ROS and also supppressed P13K/mTOR phosphorylation, ERK1/2, and Ras expression. The Ras/ERK pathway is linked

to DNA synthesis, so the combination delayed DNA synthesis and inhibited cell proliferation. The decrease in MMP levels also induced apoptosis. Furthermore, estrediol blocks the P13K/mTOR pathway and suppresses apoptosis, thus the aloe emodin-tamoxifen combination was found to be effective against estrogen-positive breast cancer (26). A study examining the combination of Aloe vera and royal jelly found that the combination prevented uncontrolled proliferation by regulating ATP consumption and induced caspase-dependent apoptosis. The aloe vera royal jelly combination reduced glycolysis in lung cancer cells, reduced antiapoptotic BCL-2 proteins, and increased proapoptotic bax levels, thus providing anticancer activity (21). It has been observed that the combination of Aloe vera + arvostatin may be radiosensitizer in cancer cells (22).

TOXİCİTY OF ALOE VERA

There is no serious toxicity interest with aloe vera. But rarely we can observed these side effects; spasm, hypokalemia, irritation, uterine contractions during pregnancy, liver dysfunction, allergic reactions, decrease of T3-T4 hormones levels (7). According to animal test and clinical studies on the literature;

- In a study conducted on Sprague-Dawley (SD) rats, histological, biochemical, hematological and urinalysis tests were evaluated after aloe vera applications and it was determined that no toxicity was observed in chronic or acute applications (17).
- A study evaluating 10 patients using various aloe vera-based pharmaceuticals reported adverse effects such as hepatitis, allergic reactions, vomiting, and weight loss. Additionally, a high dose caused liver damage in a 55-year-old patient, and thyroid problems, diarrhea, and fatigue were also common side effects (18).
- According to IASC data, Aloe vera was tested for genotoxicity, subacute, acute, and subchronic toxicity, and no toxicity was found (3).
- Many case reports indicate that acute hepatitis is associated with the use of aloe vera (19,27).

PHARMACEUTİCAL FORMS

Aloe vera is notable for its low cost for therapeutic use. However, the pharmaceutical form is crucial for dose adjustment, achieving more effective therapeutic effects, and preventing side effects. Some of these pharmaceutical forms include gel applications, hydrogel films, extracts, powders, creams, tablets, nanoparticles, and suppositories. The availability of a wide variety of pharmaceutical forms is a significant advantage for therapeutic use. Films and nanofibers are attracting attention for wound healing, while oral applications such as effervescent tablets are gaining attention for conditions such as diabetes. Examples of gold nanoparticles have been shown to have antibacterial activity, Aloe vera juice has anticholesterol activity, copper nanoparticles have anticancer activity, Aloe vera powder has antiulcer activity with adjuvants such as acacia gum, and ethanol extracts and various nanoparticles (e.g., copper nanoparticles) have anticancer activity (28,29,30).

RESULTS

Aloe vera contains various anticancer agents such as aloin, aloe emodin, acemannan, and glucomannan. These compounds can be effective on immunity, mitochondrial activity, and various pathways of interest with different cancer pathways. The cancer pathway can be relevant to cancer onset, cancer phase, treatment resistance, metastasis, and invasion. Therefore, it can be argued that aloe vera may be an important therapeutic agent for cancer, or that purified

compounds may offer new treatment options. Furthermore, its synergistic effects when combined with some currently used drugs suggest that it may be a good adjunct to treatment.

RESOURCES

1. Catalano, A., Ceramella, J., Iacopetta, D., Marra, M., Conforti, F., Lupi, F. R., Gabriele, D., Borges, F., & Sinicropi, M. S. (2024). Aloe vera-An Extensive Review Focused on Recent Studies. Foods (Basel, Switzerland), 13(13), 2155. https://doi.org/10.3390/foods13132155
2. Riaz S, Hussain S, Syed SK, Anwar R. Chemical Characteristics and Therapeutic Potentials of Aloe vera. RADS J Biol Res Appl Sci. 2021; 12(2)160-166.
3. Sehgal, I., Winters, W. D., Scott, M., David, A., Gillis, G., Stoufflet, T., Nair, A., &Kousoulas, K. (2013). Toxicologic Assessment of a Commercial Decolorized WholeLeaf Aloe Vera Juice, Lily of the Desert Filtered Whole Leaf Juice with Aloesorb.Journal of Toxicology, 2013, 1–12. https://doi.org/10.1155/2013/802453
4. Ahmadi, N., Jahantigh, H. R., Noorbazargan, H., Yazdi, M. H., & Mahdavi, M.(2022). Glucomannan as a Dietary Supplement for Treatment of Breast Cancer in a Mouse Model. Vaccines, 10(10), 1746. https://doi.org/10.3390/vaccines10101746
5. Singh, P., Mishra, A., & Mishra, S. K. (2024). A comprehensive analysis of the challenges and potential side effects of radiation therapy for palliative cancer treatment. Médecine Palliative, 23(2), 75–91. https://doi.org/10.1016/j.medpal.2023.12.002
6. Oleaga, C., Bernabini, C., Smith, A. S., Srinivasan, B., Jackson, M., McLamb, W., Platt, V., Bridges, R., Cai, Y., Santhanam, N., Berry, B., Najjar, S., Akanda, N., Guo, X., Martin, C., Ekman, G., Esch, M. B., Langer, J., Ouedraogo, G., Cotovio, J., … Hickman, J. J. (2016). Multi-Organ toxicity demonstration in a functional human in vitro system composed of four organs. Scientific reports, 6, 20030. https://doi.org/10.1038/srep20030
7. Hilal Ahsen TUNÇAY, G. İ. K. (2021). ALOE VERA (L.) BURM. F. (SARISABIR) BİTKİSİNİN FİTOTERAPİDE KULLANIMI. Ankara Ecz. Fak. Derg., 45, 674–698.
8. Choi, Y. H. (2025). Aloe-emodin inhibits cell proliferation by inducing AMPK-mediated mitochondrial autophagy in the human hepatocellular carcinoma cell line Hep3B. Molecular & Cellular Toxicology. https://doi.org/10.1007/s13273-025-00553-y
9. Autophagy in antitumor activity of aloin for breast cancer cells compared with doxorubicin. (2023). Indian Journal of Experimental Biology. https://doi.org/10.56042/ijeb.v61i04.179
10. Satari, M., Javani Jouni, F., Abolmaleki, P., & Soleimani, H. (2021). Influence of Static Magnetic Field on HeLa and Huo2 Cells in the Presence of Aloe vera Extract. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 22(S1), 9–15. https://doi.org/10.31557/APJCP.2021.22.S1.9
11. Farshori, N. N., Siddiqui, M. A., Al-Oqail, M. M., Al-Sheddi, E. S., Al-Massarani, S. M., Saquib, Q., Ahmad, J., & Al-Khedhairy, A. A. (2022). Aloe vera-induced apoptotic cell death through ROS generation, cell cycle arrest, and DNA damage in human breast cancer cells. Biologia, 77(9), 2751–2761. https://doi.org/10.1007/s11756-022-01124-5

12. Zhang, K., Zhang, D., Wang, J., Wang, Y., Hu, J., Zhou, Y., Zhou, X., Nie, S., & Xie, M. (2022). Aloe gel glucomannan induced colon cancer cell death via mitochondrial damage-driven PINK1/Parkin mitophagy pathway. Carbohydrate Polymers, 295, 119841. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119841
13. Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Soerjomataram, I., & Jemal, A. (2024). Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, *74*(3), 229–263. https://doi.org/10.3322/caac.21834
14. Matei, C. E., Visan, A. I., & Cristescu, R. (2025). Aloe Vera Polysaccharides as Therapeutic Agents: Benefits Versus Side Effects in Biomedical Applications. Polysaccharides, 6(2), 36. https://doi.org/10.3390/polysaccharides6020036
15. Seal, R., Habiba, U., Mandal, D., & Karmakar, A. (2025). *Comparative Evaluation of Anti-angiogenic Potential of Four Medicinal Plant Extracts Using Chick Embryo Chorioallantoic Membrane (Cam) Assay*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6955217/v1
16. Hussain, A., Sharma, C., Khan, S., Shah, K., & Haque, S. (2015). Aloe vera Inhibits Proliferation of Human Breast and Cervical Cancer Cells and Acts Synergistically with Cisplatin. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, *16*(7), 2939–2946. https://doi.org/10.7314/APJCP.2015.16.7.2939
17. Tong, X., Li, M., Li, D., Lao, C., Chen, J., Xu, W., Du, J., Zhang, M., Yang, X., & Li, J. (2021). Aloe vera gel extract: Safety evaluation for acute and chronic oral administration in Sprague-Dawley rats and anticancer activity in breast and lung cancer cells. *Journal of Ethnopharmacology*, *280*, 114434. https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114434
18. Aljamea, A. M., Alsadah, H. M., Ahmad, R., Ahmad, N., & Naqvi, A. A. (2019). Clinical Uses and Toxicity of Aloe vera: An Evidence-Based Comprehensive Retrospective Review (2007-2017). *Pharmacognosy Journal*, *11*(2), 424–428. https://doi.org/10.5530/pj.2019.11.66
19. Kanat, O., Ozet, A., & Ataergin, S. (2006). Aloe vera-induced acute toxic hepatitis in a healthy young man. *European Journal of Internal Medicine*, *17*(8), 589. https://doi.org/10.1016/j.ejim.2006.04.017
20. Li, T., Shi, L., Liu, W., Hu, X., Hui, Y., Di, M., Xue, S., Zheng, Y., Yao, M., Li, C., & Meng, K. (2022). Aloe-Emodin Induces Mitochondrial Dysfunction and Pyroptosis by Activation of the Caspase-9/3/Gasdermin E Axis in HeLa Cells. *Frontiers in Pharmacology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fphar.2022.854526
21. Kul Köprülü, T., Gezer, B. & Erkal Çam, B. The impact of apoptosis-inducing MAPK and glycolytic pathways modulated by *Aloe vera* and royal jelly in lung and colorectal cancer. *Med Oncol* **42**, 51 (2025). https://doi.org/10.1007/s12032-025-02606-7
22. Thomas, P., Sahoo, S., Mahajan, S., Hiremath, D. L., Udayashankara, A. H., & Srivastava, S. (2024). Aloe vera Alters Periostin Expression, Abolishes EMT Phenotype, and Sensitises Cells to Radiation in Conjunction With Atorvastatin

in Cervical Cancer. *Journal of Herbal Medicine*, *45*, 100873. https://doi.org/10.1016/j.hermed.2024.100873

23. Villegas-Becerril, E., Jimenez-Garcia, C., Perula-de Torres, L. A., Espinosa-Calvo, M., Bueno-Serrano, C. M., Romero-Ruperto, F., Gines-Santiago, F., Moreno-Manzanaro, M. C., Muñoz-Gavilan, J. J., Montes-Redondo, G., Quesada-Roman, M. A., Linares-Ramirez, M. C., Parras-Rejano, J. M., Muñoz-Alcaraz, N., Maestre-Serrano, M. D., & Romero-Rodriguez, E. M. (2024). Efficacy of an aloe vera, chamomile, and thyme cosmetic cream for the prophylaxis and treatment of mild dermatitis induced by radiation therapy in breast cancer patients (the Alantel study). *Contemporary Clinical Trials Communications*, *39*, 101288. https://doi.org/10.1016/j.conctc.2024.101288
24. Satari, M., Javani Jouni, F., Abolmaleki, P., & Soleimani, H. (2021). Influence of Static Magnetic Field on HeLa and Huo2 Cells in the Presence of Aloe vera Extract. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, *22*(S1), 9–15. https://doi.org/10.31557/APJCP.2021.22.S1.9
25. Kul Köprülü, T., Balkan, J., Gezer, B. *et al.* Glycolytic pathway analysis and gene expression profiles of combination of aloe vera and paclitaxel on non-small cell lung cancer and breast cancer. *Med Oncol* **41**, 277 (2024). https://doi.org/10.1007/s12032-024-02506-2
26. Tseng, H.-S., Wang, Y.-F., Tzeng, Y.-M., Chen, D.-R., Liao, Y.-F., Chiu, H.-Y., & Hsieh, W.-T. (2017). Aloe-Emodin Enhances Tamoxifen Cytotoxicity by Suppressing Ras/ERK and PI3K/mTOR in Breast Cancer Cells. *The American Journal of Chinese Medicine*, *45*(02), 337–350. https://doi.org/10.1142/S0192415X17500215
27. Lee, J., Lee, M. S., & Nam, K. W. (2014). Acute toxic hepatitis caused by an aloe vera preparation in a young patient: a case report with a literature review. *The Korean Journal of Gastroenterology*, *64*(1), 54-58.
28. Jamal Nasser Saleh Almaamari. (2021). Pharmacological effects and pharmaceutical dosage forms development of aloe vera. *Jurnal Farmasi Sains Dan Terapan (Journal of Pharmacy Science and Practice)*, *Vol. 8 No. 2 (2021): Oktober*.
29. Heng, H. C., Zulfakar, M. H., & Ng, P. Y. (2018). Pharmaceutical applications of Aloe vera. *INDONESIAN JOURNAL OF PHARMACY*, *29*(3), 101. https://doi.org/10.14499/indonesianjpharm29iss3pp101
30. Rafique, S., Akram, R., Javed, T., Bashir, S., & Noreen, Z. (2023). *Biosynthesized copper oxide nanoparticles using aloe vera leaves extract and their evaluation of antibacterial, anticancer in human Hela cancer cells*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3530645/v1

OTOİMMÜN HASTALIKLARIN PATOGENEZİNDE TÜMÖR NEKROZ FAKTÖRÜNÜN ROLÜNE BİYOENFORMATİK BİR YAKLAŞIM

A BIOINFORMATIC APPROACH TO THE ROLE OF TUMOR NECROSIS FACTOR IN THE PATHOGENESIS OF AUTOIMMUNE DISEASES

Hayriye ŞENTÜRK ÇİFTÇİ

Doçent Dr. İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

Özet

Giriş: Tümör nekroz faktörü-alfa (TNF-α), monositler/makrofajlar tarafından üretilen ve endotel veya tübüler hücrelerdeki TNF reseptörlerine bağlanan, TNF süper ailesine ait proinflamatuar bir sitokindir. İnflamatuvar yanıtların önemli bir düzenleyicisi olarak tanımlanmıştır ve birçok homeostatik ve inflamatuar süreçte rol oynar. Otoimmün ve inflamatuar hastalıkların patogenezinde rol oynadığı bilinmektedir.
Amac: Çalışmamızda biyoinformatik veri tabanları kullanılarak TNF-α'nın işlevi, genlerle bağlantısını ve otoimmün ve inflamatuar hastalıkların patogenezindeki rolünü incelemektir.
Yöntem: TNF-α sitokin geninin diğer genlerle ilişkisini tespit etmek için Genemania/Gwas veritabanı, diğer genlerle olan fiziksel etkileşimleri göstermek, kullanılan yolakları belirlemek için String veritabanı kullanıldı. Aynı zamanda GeneCard, String, MalaCards, GenCards ve Gwas veri tabanları kullanılarak hastalıklar ile ilişkisi belirlendi. TNF-α sitokininin moleküler fonksiyonlarını belirlemek içinde String ve UniProtKB/Swiss-Prot veritabanları kullanıldı.
Sonuc: String veritabanları kullanılarak yapılan analizde, TNF'nin TNFRSF1B, NFKB1, TRAF2, RIPK1, TRADD (Tumor necrosis factor receptor type 1-associated DEATH domain protein), CASP8, TAB2, MAP3K7, CHUK, TNFRSF1B ve ADAM17 gibi moleküllerle ilişkili olduğu bulundu. Ayrıca Genemania veritabanı ile analizde ise 20 protein ile ilişkili olduğu bulundu. String veritabanı kullanılarak yapılan analizde, T lenfosit, idrar, lökosit, kan, lenfoid doku ve uterusda, aşırı eksprese edildiği gösterildi. GeneCards veritabanı kullanılarak yapılan analizde ise, TNF'nin beyaz kan hücreleri, dalak, bağırsak, lenf nodu, adrenal bez, böbrek ve kanda yüksek düzeyde ifade edildiği ortaya konuldu. TNF-α sitokininin GWAS'da 59 gen ile ilişkisi saptanmıştır. String ve Genecards veritabanı kullanılarak yapılan analizde; TNF-alpha signaling (FDR:1.08e-22), NF-kappa B signaling pathway (1.72e-17), IL-17 signalig pathway (2.37e-15), apoptosis (1.50e-17) gibi yolaklarla bağlantılı olduğu saptandı. TNF-α sitokininin Malacards, Genecards ve Gwas veri tabanları kullanılarak yapılan anlizde; Rheumatoid Arthritis (Score=48.24), Astım (Score= 27.77), Psoriasis (Score=28.68), Chron's Disease (Score=37.31), Autoimmune Disease (Score=29.09), Colitis (Score=33.02) gibi hastalıklar ile bağlantısı bulunmaktadır.
Sonuç: Elde edilen bilgilerin doğrultusunda birçok yolakta farklı rolleri olan TNF-α sitokininin başka genlerle bağlantısı, işlevini ve hastalıklardaki rolünü anlamak ve bu sitokini hedef alan yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kemokin, TNF-α, biyoinformatik, hastalık patogenezi.

Abstract

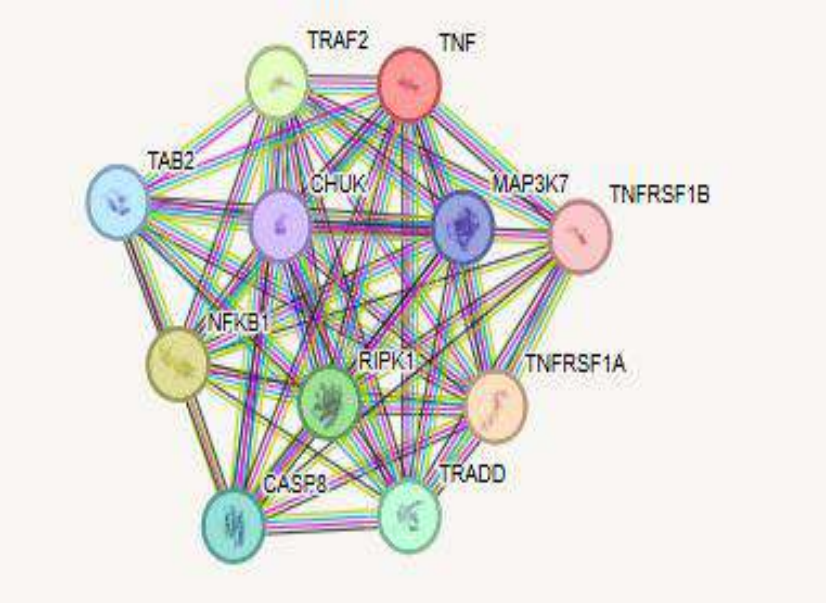
Introduction: Tumor necrosis factor-alpha (TNF-α) is a proinflammatory cytokine belonging to the TNF superfamily, produced by monocytes/macrophages and binding to TNF receptors on endothelial or tubular cells. It has been identified as a key regulator of inflammatory responses and plays a role in many homeostatic and inflammatory processes. It is known to play a role in the pathogenesis of autoimmune and inflammatory diseases.
Objective: Our study used bioinformatics databases to investigate the function of TNF-α, its association with genes, and its role in the pathogenesis of autoimmune and inflammatory diseases.
Method: The Genemania/Gwas database was used to identify the association of the TNF-α cytokine gene with other genes, and the String database was used to demonstrate physical interactions with other genes and identify the pathways involved. Furthermore, the GeneCard, String, MalaCards, GenCards, and Gwas databases were used to determine its association with diseases. String and UniProtKB/Swiss-Prot databases were used to determine the molecular functions of the TNF-α cytokine.
Results: Analysis using the String databases revealed that TNF-α was associated with molecules such as TNFRSF1B, NFKB1, TRAF2, RIPK1, TRADD (Tumor necrosis factor receptor type 1-associated DEATH domain protein), CASP8, TAB2, MAP3K7, CHUK, TNFRSF1B, and ADAM17. Analysis using the Genemania database also revealed associations with 20 proteins. Analysis using the String database showed that TNF-α was overexpressed in T lymphocytes, urine, leukocytes, blood, lymphoid tissue, and uterus. Analysis using the GeneCards database revealed that TNF-α was highly expressed in white blood cells, spleen, intestine, lymph nodes, adrenal glands, kidneys, and blood. TNF-α cytokine was associated with 59 genes in GWAS. Analysis using the String and Genecards databases revealed that it is linked to pathways such as TNF-alpha signaling (FDR: 1.08e-22), NF-kappa B signaling pathway (1.72e-17), IL-17 signaling pathway (2.37e-15), and apoptosis (1.50e-17). Analysis using the Malacards, Genecards, and GWAS databases revealed that TNF-α cytokine is associated with diseases such as Rheumatoid Arthritis (Score=48.24), Asthma (Score=27.77), Psoriasis (Score=28.68), Crohn's Disease (Score=37.31), Autoimmune Disease (Score=29.09), and Colitis (Score=33.02).
Conclusion: The information obtained is expected to contribute to understanding the TNF-α cytokine's relationship with other genes, its function, and its role in diseases, which play diverse roles in many pathways, and to the development of new therapeutic methods targeting this cytokine.
Keywords: Chemokine, TNF-α, bioinformatics, disease pathogenesis.

Tümör nekroz faktörü-alfa (TNF-α), reseptör ligandlarının TNF-α üst ailesine ait pleiotropik bir bağışıklık sitokinidir. Sitokin, transmembran veya çözünür bir molekül olarak bulunur ve farklı sinyal iletim kaskadlarını ve alt akış genlerini aktive eden iki farklı reseptör olan TNF-α reseptörü 1 (TNFR1) ve TNF-a reseptörü 2'yi (TNFR2) hedef alır. Bu sitokinin çeşitli etkileri, reseptörleri olan TNFR1 ve TNFR2‘ye ve bunların farklı aşağı akış sinyal yollarına bağlıdır. TNF-α, reseptör ligandlarının TNF süper ailesine ait pleyotropik bir bağışıklık sitokinidir. TNF-α'nın hücresel tepkileri, moleküler formuna, hedeflenen reseptörüne ve konsantrasyon seviyelerine bağlıdır (1,2). TNFα, TNF reseptör süper ailesinin reseptörleri olan 55KDa hücre

zarı reseptörüne (TNFR-1) veya 75KDa hücre zarı reseptörüne (TNFR-2) bir trimer olarak bağlanarak çalışır ve çeşitli sinyal/protein kaskadlarını başlatır (1,3).
TNFR1'in TNF-a tarafından aktivasyonu, dört farklı moleküler kompleksin oluşumunu tetikler. Kompleks 1 hücre zarında, IIa, IIb ve IIc kompleksleri ise sitoplazmada oluşur. Kompleks 1'in oluşumu, reseptörün TNFR1 ilişkili ölüm alanı (TRADD) adaptör proteinine bağlanmasıyla başlar ve bunu, reseptörle etkileşen serin/treonin protein kinaz 1 (RIPK1), TNFR ilişkili faktör 2 veya 5 (TRAF2/5), hücresel apoptoz inhibitörü protein 1 veya 2 (cIAP1/2) ve doğrusal ubikitin zincir montaj kompleksi (LUBAC) gibi sinyal proteinlerinin devreye girmesi izler. Kompleks, oluştuktan sonra nükleer faktör kB'yi (NF-kB) ve c-JUN kinaz (JNK) ve p38 MAPK gibi mitojenle aktive olan protein kinaz (MAPK) ailesi üyelerini aktive eden IkB kinazı (IKK) hedefler. Bu sinyal yolları, hücrenin hayatta kalmasını ve çoğalmasını, ayrıca bağışıklık aktivasyonunu ve inflamasyonu düzenler.
NF-kB, çeşitli proinflamatuar sitokin genlerinin ekspresyonunu kontrol eden önemli bir düzenleyici transkripsiyon faktörüdür. Özellikle, NF-kB'nin aktivasyonu ve hücre çekirdeğine taşınması, IL-6, IL-1b ve TNF-a'nın transkripsiyonunu tetikler. TNF-a ve NF-kB birlikte, inflamatuar yanıtları kolaylaştıran ve güçlendiren pozitif bir aktivasyon/ekspresyon döngüsü oluşturur (4,5,).
TNF-α esas olarak makrofajlar ve doğal öldürücü (NK) hücreler gibi doğuştan bağışıklık sistemi hücreleri ve adaptif bağışıklık sistemi hücreleri, özellikle aktive edilmiş T hücreleri tarafından üretilir.
TNF-α, proliferasyon, göç, hayatta kalma, farklılaşma ve çeşitli inflamatuar hastalıklar gibi farklı yollarda rol oynar. TNF-α ve reseptörleri arasındaki etkileşim, hücrelerin ölümüne ve inflamasyonuna yol açan karmaşık moleküler yolları başlatır. TNF-α, insanlarda çeşitli hastalıkların patolojisinde rol oynayan bir inflamatuar sitokindir. Uzun süreli anti-TNF-α tedavisinin normal fizyolojik aktiviteler için faydalı olduğu kanıtlanmıştır (6).
TNF-α, insan sağlığı ve hastalıklarıyla son derece ilgili olan normal fizyolojide çok yönlü bir rol oynar. Merkezi sinir sisteminde (MSS), bu sitokin nörogenez, miyelinleşme, kan-beyin bariyeri geçirgenliği ve sinaptik plastisite gibi homeostatik fonksiyonları düzenler.TNF-α akut ve kronik inflamasyonun önemli bir düzenleyicisidir ve bazı durumlarda apoptoz ve nekroptoz yoluyla hücre ölümüne neden olur. Çeşitli homeostatik ve inflamatuar süreçlerde rol oynar ve otoimmün ve inflamatuar hastalıklarda önemli bir rol oynar (7,8).
Homeostatik düzeylerde TNF-α nöroplastisite ve miyelinleşmede rol oynar, ancak patolojik düzeylerde eksitotoksisiteye, nöroinflamasyona ve kan-beyin bariyerinin bozulmasına neden olabilir.
Sitokin, hücre çoğalması, farklılaşma, apoptoz, lipit metabolizması ve pıhtılaşma dahil olmak üzere geniş bir biyolojik süreç yelpazesinin algılanmasında rol oynar. Ayrıca otoimmün bozukluklar, insülin direnci, kanser vb. gibi çeşitli hastalıklarda da rol oynadığı düşünülmektedir. TNF'nin derinlemesine önemi göz önüne alındığında, bu çalışma Homo sapiens'te in silico analizleri için tasarlanmıştır (9,10).
Nöroinflamasyon, çeşitli MSS bozukluklarının yaygın bir patolojik özelliğidir. Glial hücrelerin aktivasyonu, demiyelinizasyon ve nörodejenerasyon ile karakterizedir. MSS'nin otoimmün hastalıklarında TNF-α, periferik ve lokal bağışıklık tepkilerini düzenleyen önemli bir inflamatuar sitokindir. Eksitotoksisite ve nöroinflamasyondaki rolü, MSS patofizyolojisi üzerindeki etkisini vurgular ve MSS içindeki hücresel tepkileri ve inflamatuar süreçleri düzenlemedeki çok yönlü rollerini vurgular (11).
TNF-α'nın pleiotropizmi ve MSS'deki çeşitli rolleri, ister homeostatik ister zararlı olsun, bu sitokinin işlevsel karmaşıklığını vurgular. Anti-TNF-α tedavisi, çeşitli otoimmün inflamatuar hastalıkların tedavisinde etkili olduğunu kanıtlamış ve MSS otoimmün hastalıkları için önemli bir tedavi seçeneği olarak ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, bu terapötik hedefin etkilerinin çeşitli ve karmaşık olduğunu bilmek çok önemlidir. İlk beklentilerin aksine, anti-TNF-α

tedavisinin multipl sklerozda zararlı etkileri olduğu bulunmuştur. Bu makale, TNF-α'nın MSS'deki hem fizyolojik hem de patolojik çeşitli rollerini açıklamaya odaklanmaktadır. Ayrıca, TNF-α'ya bağlı veya onun tarafından düzenlenen spesifik hastalık süreçlerini ve terapötik bir hedef olarak kullanımının gerekçesini tartışmaktadır (12).
Otoimmün ve inflamatuar hastalıkların patogenezinde rol oynadığı bilinmektedir.
Bu yazımızda amacımız, biyoinformatik veri tabanları kullanılarak TNF-α'nın işlevi, genlerle bağlantısını ve otoimmün ve inflamatuar hastalıkların patogenezindeki rolünü incelemektir.
Materyal olarak biyoinformatik veritabanlarını kullanarak elde edilen verilerin değerlendirilmesi kullanıldı. Metod olarak, Genemania, String, MalaCards, GeneCards, Uniport/KEGG veri tabanları kullanıldı.
Genemania ve String veritabanlarına göre;

- TNFRSF1B, NFKB1, TRAF2, RIPK1, TRADD (Tumor necrosis factor receptor type 1-associated DEATH domain protein), CASP8, TAB2, MAP3K7, CHUK, TNFRSF1B ve ADAM17 gibi moleküllerle ilişkili olduğu gösterildi.



Şekil 1. TNF-α'nın ilişkili olduğu genler

GeneCards veritabanı kullanılarak yapılan analizde, TNF-α 'in lenfoid doku, idrar ve uterus ve nötrofilde yüksek düzeyde ifade edildiği ortaya konuldu. Genemania ve String veritabanlarına göre T lenfosit, lökosit, idrarda aşırı eksprese edildiği gösterildi.
String ve Genemania veri tabanlarına göre;

- Tümör nekroz faktörü reseptörü süper ailesi bağlanma aktivitesi (FDR: 3.16e-07)
- Tümör nekroz faktörü bağlanma (FDR: 1.19e-05)
- Tümör nekroz faktörü reseptör bağlanma aktivitesi (FDR: 7.56e-06)
- İskele protein bağlanma FDR: 0.0041)
- Ölüm bölgesi bağlanma (FDR: 0.0091)
- MAP kinaz kinaz kinaz aktivitesi (FDR: 0.0331)
- Sinyal reseptörü bağlanma (FDR: 0.0019) gibi moleküler fonksiyonlarla ilişkili bulundu.

GeneCards, String ve Uniprot veritabanlarına göre;

- Tümör nekroz faktörü aracılı sinyal yolu (FDR: 3.42e-12)
- I-kappaB kinaz/NF-kappaB sinyallemesinin pozitif düzenlenmesi (FDR: 8.07e-13)
- Tümör nekroz faktörüne hücresel yanıt (FDR: 2.39e-11)

- Ölüm alanı reseptörleri aracılığıyla dışsal apoptotik sinyal yolu (FDR: 4.84e-06) gibi biyolojik süreçlerle ilişkili bulundu.

MalaCards, GWAS/GeneCards ve STRING veritabanlarına göre; Rheumatoid Artritis, Crohn's Disease, Spondyilitis, inflamatuar bağırsak hastalığı, Multiple Skleroz, psoriatik artrit, enfeksiyöz olmayan üveitgibi hastalıklarla ilişkili bulundu.

Sonuç olarak, Biyoinformatik araçlar kullanılarak yapılan bu çalışma, TNF geninin signal süreçlerindeki kritik rolünü ve hastalık patogenezindeki önemini gösteren bulgular sunmaktadır. TNF patolojik gelişimde anahtar bir faktör olarak sınıflandırılabilir. Elde edilen bilgilerin, TNF'nin bu işlevlerini ve hastalıklardaki rolünü daha iyi anlamaya, aynı zamanda TNF'nin düzenlenmesi ve inhibitörlerinin geliştirilmesi, ilaç direnci ile mücadelede yeni stratejilerin keşfedilmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

1. Idriss HT, Naismith JH. TNFα and the TNF receptor superfamily: Structure, function relationship (s). Microbiol. Res. Technol. 2000, *50*, 184–195.
2. Hira K, Begum AS. Methods for evaluation of TNF-α inhibition effect. In: The TNF Superfamily. Humana, New York, NY. 2021;pp. 271–279.
3. Tuli HS, Bhatia GK, Sood S, Debnath P, Upadhyay SK, Kumar P. et.al. In silico evaluation of harmane & palmarin as α-Glucosidase inhibitors: Hope for the discovery of antihyperglycemic compounds. Int. J. Pharma. Res. 2020, *12*, 1331–1336.
4. Fresegna D, Bullitta S,Musella A, Rizzo FR, De Vito F, Guadalupi L et. al. Reexamining the role of TNF in MS pathogenesis and therapy. Cells 202, 9:2290.
5. Moatti A, Cohen JL. The TNF-a/TNFR2 pathway: targeting a braket o release the anti-tumor immune response. Front Cell Dev Biol. 2021,9:725473.
6. Jang DI, Lee AH, Shin HY, Song HR, Park JH, Kang TB, et al. The role of tumor necrosis factor alpha (TNF-a) in autoimmune disease and current TNF-a inhibitors in therapeutics. Int J Mol Sci 2021, 22:2719.
7. Probert L. TNF and its receptors in the CNS: the essential, the desirable and the deleterious effects. Neuroscience 2015, 302:2–22.
8. Brenner D, Blaser H, Mak TW. Regulation of tumour necrosis factor signalling: live or let die. Nat Rev Immunol. 2015, 15:362-374.
9. van Loo G, Bertrand MJM. Death by TNF:a road to inflammation. Nat Rev Immunol 2022, 2389-303.
10. Jung YJ, Tweedie D, Scerba MT, Greig NH. Neuroinflammation as a factor of neurodegenerative disease: thalidomide analogs as treatment. Front Cell Dev Biol 2019, 7:313.
11. Kwon HS, Koh SH. Neuroinflammation in neurodegenerative disorders: the roles of microglia and astrocytes. Transl Neurodegener 2020, 9:42.
12. Caldito NG. Role of tumor necrosis factor-alpha in the central nervous system: a focus on autoimmune disorders. Fronties in Immunology. 2023, DOİ. 10.3389/fimmu.2023.1212448.

KENT PLANLAMA SÜREÇLERİNE KATILIMIN ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ İLE DÖNÜŞÜMÜ
TRANSFORMATION OF PARTICIPATION IN URBAN PLANNING THROUGH THE INDUSTRIAL REVOLUTIONS

Hazal İrem GÖĞÜŞ GÜLSER
Yüksek Lisans Öğrencisi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı,
Doç. Dr. Zeynep Aslı GÜREL
Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı,

ÖZET
Kentler, yalnızca yapılar, donatı, altyapı alanları ve nüfusun yoğunlaştığı yerler değil; toplumsal ilişkilerin şekillendirdiği, yurttaşların toplumsal karar alma süreçlerine doğrudan veya dolaylı olarak katıldığı, çoğulculuğun, eşitliğin ve kamusal yaşamın biçimlendiği dinamik sosyal mekânlardır. Kentin bu işlevi, planlama süreçlerinin yalnızca teknik düzenleme ile değil, aynı zamanda toplumsal uzlaşma ve meşruiyet üretme pratiği olmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çok katmanlı yapıyı yönlendiren kent planlama disiplini, tarihsel süreç içerisinde özellikle Endüstri Devrimlerinin yarattığı üretim şekillerinin değişimi ve teknolojik gelişmeler ile sosyo-ekonomik dönüşümlere ve önemli paradigma değişimlerine sahne olmuştur.
Birinci ve İkinci Endüstri Devrimlerinin tetiklediği hızlı kentleşme ile birlikte oluşan sağlıksız yerleşimler, merkeziyetçi ve rasyonel, modernist planlama yaklaşımlarını öne çıkarmıştır. Bu dönemde gelişen akılcı yaklaşımların etkisinde yurttaş katılımı sınırlı kalmıştır. Ancak postmodern dönemde iletişimsel aklın yükselişiyle birlikte, toplumsal çeşitliliği ve yerel bilgiyi planlama süreçlerine dâhil etme gerekliliği belirginleşmiş, katılım demokratik meşruiyetin, sosyal adaletin ve mekânsal kalitenin artırılmasında önemsenmiştir.
Üçüncü ve özellikle Dördüncü Endüstri Devrimi ile birlikte gelişen dijital teknolojiler, yapay zekâ, büyük veri ve siber-fiziksel sistemler, planlamada katılımın biçim ve ölçeğini genişletmiştir. Toplum 5.0 ise Endüstri 4.0 teknolojilerinin insan odaklı olarak kullanıldığı yeni bir yaklaşım öne sürmektedir. Son dönemlerde planlama anlayışı da temsil ötesi yaklaşımlar ile şekillenmektedir. Mekânın ve toplumsal ilişkilerin sadece somut ve dilsel temsillerle değil, duyumsal deneyimler, duygular ve gündelik pratiklerle de şekillendiğini yeni paradigmalar öne çıkmaktadır. Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0'ın sunduğu yenilikler, vatandaşların mekânsal karar süreçlerine daha etkin biçimde katılımını mümkün kılarak planlamada bilgi tabanlı, esnek, kapsayıcı ve daha demokratik bir yaklaşımın gelişmesine olanak tanımıştır. Bu sayede de günümüzde planlama anlayışında tartışılan temsil ötesi kuramlar ve yeni planlama anlayışları teknolojinin sunduğu bu imkanlar ile yeni bir boyut kazanacaktır.
Bu çalışma, endüstri devrimlerinin kent planlama anlayışını katılım perspektifinden nasıl dönüştürdüğünü incelemekte; dijitalleşme sürecinin ve toplum 5.0 anlayışının katılımın niteliğini, erişilebilirliğini ve planlama süreçlerine katkısını ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Kent Planlama, Yurttaş Katılımı, Endüstri Devrimleri, Yapay Zeka, Toplum 5.0

ABSTRACT
The city is not merely a place where structures, amenities, infrastructure areas, and population are concentrated; it is a social space shaped by social relations, where citizens directly or indirectly participate in social decision-making processes, and where pluralism, equality, and

public life are configured. This function of the city necessitates that planning processes are not only acts of technical regulation but also practices that generate social consensus and legitimacy. The urban planning discipline, which guides this multi-layered structure, has undergone significant paradigm shifts throughout its history, particularly due to the technological and socio-economic transformations brought about by the Industrial Revolutions. The rapid urbanization triggered by the First and Second Industrial Revolutions led to the formation of unhealthy settlements, which gave rise to centralized, rational, and modernist planning approaches. During this era, citizen participation remained limited, and planning processes progressed largely in a top-down manner. However, with the rise of communicative rationality in the postmodern period, the need to incorporate social diversity and local knowledge into planning processes became evident. Consequently, participation has become a fundamental tool for enhancing democratic legitimacy, social justice, and spatial quality.
The digital technologies that have developed with the Third and especially the Fourth Industrial Revolution —including Artificial Intelligence (AI), Big Data, and Cyber-Physical Systems— have expanded the form and scope of participation in planning. Society 5.0 introduces a human-centered paradigm that harnesses these technologies for public benefit. In parallel, planning theory has recently been influenced by post-representational approaches, which argue that space and social relations are shaped not only through concrete or linguistic representations but also through sensory experiences, emotions, and everyday practices. The opportunities provided by Industry 4.0 and Society 5.0 enable more active citizen involvement in spatial decision-making, supporting the emergence of a more flexible, inclusive, knowledge-based, and democratic planning framework.
This study examines how the industrial revolutions have transformed the understanding of urban planning from a participation perspective and reveals how digitalization increases the quality, accessibility, and contribution of participation to planning processes.
Keywords: Urban Planning, Citizen Participation, Industrial Revolutions, Artificial Intelligence, Society 5.0

GİRİŞ

Kentler, toplumsal, ekonomik ve yönetsel süreçlerin yoğun biçimde kesiştiği mekânsal sistemler olarak demokratik katılımın en görünür biçimde ortaya çıktığı alanlar arasında yer almaktadır. Demokratik temsilin sınırlılıkları ve karmaşıklaşan kentsel sorunların çok boyutlu niteliği, özellikle son yarım yüzyılda katılım temelli yaklaşımların önemini artırmıştır. Kent planlama disiplininde katılımın güçlenmesi, hem karar alma süreçlerinin meşruiyetinin yükselmesi hem de planlama çıktılarına yerel bilgi ve toplumsal deneyimin dâhil edilmesi bakımından kritik bir ihtiyaç olarak görülmektedir. Bu nedenle katılımcı planlamaya ilişkin kuramsal tartışmalar, planlamanın demokratik işlevi ve kent yönetiminin dönüşen doğası açısından güncel bir araştırma konusu oluşturmaktadır.
Kent planlama pratiklerindeki dönüşümler toplumsal, teknolojik ve ekonomik yapıdaki değişimlerle yakından ilişkilidir. Endüstri Devrimlerinin her biri, üretim tekniklerini olduğu kadar kentleşme dinamiklerini ve idari yapıların işleyişini de köklü biçimde etkilemiştir. Birinci ve İkinci Endüstri Devrimleri döneminde oluşan hızlı kentleşme baskısı, uzmanlaşmış ve merkeziyetçi bir planlama modelinin ortaya çıkmasına neden olmuş; bu yaklaşım yurttaş katılımını sınırlı düzeyde tutmuştur. Buna karşın iletişimsel ve müzakereci planlama kuramları, 20. yüzyılın son çeyreğinde katılımı planlamanın normatif bir bileşeni olarak konumlandırmış ve katılımın demokratik meşruiyet kadar karar kalitesi açısından da önemli olduğunu ortaya koymuştur (Forester, 1989; Innes & Booher, 2003).
Üçüncü, Dördüncü Endüstri Devrimleri ve Toplum 5.0 ile birlikte gelişen dijital teknolojiler, katılımın biçim ve kapsamını yeniden şekillendirmiştir. Büyük veri (Big Data), yapay zekâ

(Artificial Intelligence – AI), siber-fiziksel sistemler ve çevrimiçi katılım araçları, planlama süreçlerine daha geniş bir kullanıcı kitlesinin zamandan ve mekândan bağımsız biçimde dahil olmasını mümkün kılan yeni yöntemler sunmaktadır. Bu dönüşüm, katılımın yalnızca normatif gerekliliklerle değil, aynı zamanda teknolojik araçların sağladığı kapasiteyle de güçlendiğini göstermektedir. Böylece katılımcı planlama hem teorik hem de uygulama açısından yeniden değerlendirilmeyi gerektiren bir alan haline gelmiştir.

Bu çalışma, kent planlamada katılım olgusunun endüstri devrimleriyle birlikte nasıl dönüştüğünü incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın temel sorusu, teknolojik ve sosyo-ekonomik kırılma dönemlerinin planlama paradigmasını ve katılım pratiklerini hangi yönde etkilediğidir. İkincil amaç olarak, dijitalleşmenin güncel planlama süreçlerinde katılımın niteliğini, erişilebilirliğini ve karar alma süreçlerine katkısını nasıl değiştirdiği tartışılmaktadır. Bu bağlamda çalışma, literatürde yer alan kuramsal yaklaşımları tarihsel gelişmelerle ilişkilendirerek, katılımın planlama disiplinindeki konumunu bütüncül bir perspektifle değerlendirmeyi hedeflemektedir.

KATILIM KAVRAMI VE KENT PLANLAMADA KATILIM

Katılım (participation), sözlük anlamı olarak katılma eylemini anlatır. Türk Dil Kurumu katılma (isim, toplum bilimi) sözcüğünü: *iletişim veya ortak davranışta bulunma yoluyla belirli bir toplumsal duruma girme süreci, iştirak* olarak tanımlamıştır (TDK,2025). Katılım, bireylerin ya da grupların bir karar verme sürecine ya da faaliyetlere aktif şekilde dahil olmalarını ifade etmektedir. Katılım, bir dahil olma sürecidir. Katılım süreci birçok farklı alanda -yerel, politik veya sosyal alanlar- gerçekleşebilmektedir. Arnstein ise vatandaş katılımını, siyasi ve ekonomik süreçlerin dışında bırakılan vatandaşların gelecekte bilinçli olarak dahil edilmesini sağlayan şey, gücün yeniden dağıtımı olarak tanımlamaktadır (Arnstein, 1969). Katılım kavramı ile temsili demokrasiye tamamlayıcı bir işlev yüklenmekte; yurttaşların yalnızca seçimler yoluyla değil, karar alma süreçlerinin farklı aşamalarında da söz sahibi olmasını mümkün kılan bir yönetişim yaklaşımı işaret edilmektedir (Fung, 2006). Katılım, bireylerin ve toplulukların kendilerini ilgilendiren kamusal kararlara çeşitli düzeylerde dâhil olmasını ifade eden demokratik bir ilkedir. Arnstein'ın (1969) katılım merdiveninde ortaya koyduğu gibi, katılım yalnızca görüş bildirme düzeyinden kararların birlikte üretildiği güç paylaşımına kadar uzanan bir yelpazeye sahiptir. Demokrasi kuramında katılımın merkezi konumu, yurttaşların kamusal gücün kullanımına yönelik denetim ve etkide bulunma hakkının siyasal eşitlik ilkesinin doğal sonucu olarak görülmesinden kaynaklanır. Bu nedenle katılım, modern demokrasilerin kurumsal yapısında güç dağılımını dengeleyen ve kamusal kararların toplumsal temellerini güçlendiren bir araç olarak görülmekle birlikte, hem demokratik meşruiyetin hem de kamu politikalarının toplumsal ihtiyaçlara dayanmasının bir aracı olarak değerlendirilmektedir.

Kentler, farklı toplumsal grupların bir arada yaşadığı, çıkarların, taleplerin ve gündelik pratiklerin yoğunlaştığı mekânlar olması nedeniyle katılım mekanizmasının aktif olarak işlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Kent yönetimi ve kent planlama süreçleri, yalnızca mekânsal düzenlemeler üretmekle kalmayıp, toplumsal ihtiyaçların, beklentilerin ve çatışmaların görünür hâle geldiği kamusal karar mekanizmalarını içermektedir. Lefebvre'nin (1991) "kent hakkı" yaklaşımı, kentsel mekâna ilişkin kararların yalnızca teknik bir düzenleme konusu değil, aynı zamanda siyasal ve toplumsal bir hak çerçevesinde ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bakımdan kent, yurttaşların hem yaşam koşullarını şekillendiren politikalara müdahil olduğu hem de demokratik kültürü deneyimlediği bir mekân olarak ortaya çıkmaktadır.

Kent planlama, kentsel alanların düzenlenmesine yönelik stratejik ve mekânsal kararların üretildiği bir disiplin olup, kamu yararının gerçekleşmesini amaçlayan yönetsel bir süreç olarak tanımlanır (Healey, 1997). Planlamanın kapsamı ve etkisi, toplumun geniş kesimlerinin yaşamını doğrudan belirlediği için, katılımın bu süreçte yer alması demokratik bir zorunluluk

haline gelmektedir. Habermas'ın (1984) iletişimsel eylem kuramı, planlamanın yalnızca teknik uzmanlığı değil, kamusal tartışmayı ve karşılıklı anlama temelinde yürütülen iletişim süreçlerini de kapsaması gerektiğini savunmaktadır. Bu yaklaşım, katılımın planlamaya yalnızca bilgi girişi sağlamadığını; aynı zamanda kararların meşruiyetini güçlendiren bir iletişimsel uzlaşma zemini oluşturduğunu ortaya koymuştur. Katılım, kent planlamasının hem normatif hem de işlevsel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Normatif açıdan katılım, planlama kararlarının demokratik meşruiyetini artırmakta; işlevsel açıdan ise yerel bilgi ve kullanıcı deneyimini sürece dâhil ederek planlama kalitesini yükseltmektedir (Innes & Booher, 2003).

Kent planlama süreçlerinde katılımın gündeme gelmesi, uzman odaklı planlama modellerinin toplumsal ihtiyaç ve beklentileri yeterince karşılamadığı yönündeki eleştirilere dayanmaktadır. Toplumun farklı kesimlerinin mekânsal kararlara katkı sağlaması, planların uygulanabilirliğini ve kabul edilebilirliğini artırmakta; bu nedenle katılım, planlama sürecinin yalnızca bir aşaması değil, bütününe yayılan bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Planlama alanında katılımı desteklemek için çeşitli araç ve yöntemler geliştirilmiştir. En yaygın kullanılan araçlar arasında kamuoyu toplantıları, çalıştaylar, odak grup görüşmeleri, mahalle forumları ve anket gibi yöntemler yer almaktadır. Bu araçlar, katılımcıların görüş ve taleplerini ifade etmelerine, sorunların ortaklaşa tanımlanmasına ve alternatif çözüm önerilerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca paydaş analizleri, müzakere odaklı toplantılar ve ortak tasarım oturumları, karmaşık kentsel konularda farklı aktörlerin birlikte çözümler üretmesini sağlayan araçlar olarak öne çıkmaktadır (Shipley & Utz, 2012). Katılım politikaları ise, planlama süreçlerinde hangi aşamada, hangi aktörlerin ve hangi yöntemlerle yer alacağını belirleyen yönetsel çerçeveleri oluşturmaktadır. Bu politikaların amacı, süreci şeffaflaştırmak, katılımın kapsayıcılığını artırmak ve karar alma mekanizmalarının düzenli işleyişini teminat altına almaktır.

Katılım, planlama kararlarının toplumsal gerçekliklerle uyumunu artırmakta, kullanıcı ihtiyaçlarının daha doğru tanımlanmasına yardımcı olmakta ve uygulama aşamasında toplumsal sahiplenmeyi güçlendirmektedir (Rowe & Frewer, 2000). Ayrıca katılım, uzlaşma kültürünün gelişmesine, kamu kurumları ile yurttaşlar arasındaki güven ilişkisinin güçlenmesine ve kentsel politikaların daha kapsayıcı bir niteliğe kavuşmasına katkı sunmaktadır. Bu nedenle katılım, günümüzde yalnızca demokratik bir ideal olarak değil, kent planlama disiplininde sürdürülebilir, adil ve uygulanabilir mekânsal kararların üretilebilmesi için temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ İLE DÖNÜŞEN KENT PLANLAMA ANLAYIŞI

Endüstri Devrimi, üretim yöntemlerinin mekanikleşmesiyle el sanatlarından makine ve fabrika sistemlerine geçişi simgeleyen teknolojik ve sosyo-ekonomik dönüşümleri kapsar. Tarihsel süreçte bu devrim dört ana döneme ayrılmıştır.

Birinci Endüstri Devrimi (1760–1840), buhar gücüyle çalışan makinelerle mekanikleşmeyi (makineleşme devrimi) ifade etmiş (Ashton, 1948; Mokyr, 1998) ve beraberinde getirdiği hızlı kentleşme ile sağlık, barınma ve altyapı krizlerini doğurmuştur. İkinci Endüstri Devrimi (1870–1970) ise elektrik, kimya, çelik üretimi ve kitlesel üretimin gelişimiyle kentleri daha karmaşık hale getirmiştir (Landes, 1969; Mokyr, 1998). Bu iki devrim, planlamayı Fordist seri üretim modeliyle uyumlu, hiyerarşik, merkeziyetçi ve teknokratik modernist bir çerçevede şekillendirmiştir. CIAM'ın 1933 tarihli Atina Şartı ile somutlaşan bu yaklaşım, kentleri fonksiyonel bölgelere ayırmış; planlama, nesnel sistemlere geometrik müdahale eden bir uygulama olarak görülmüştür. Modernist düşünce ve dönemin ihtiyaçları ile şekillenen rasyonel kent planlaması, belirli teknik uzmanlıklarla donatılmış, merkeziyetçi, hiyerarşik ve çoğunlukla halk katılımından arındırılmış bir anlayışı kentlere yansıtmıştır. Bu anlayış, planlamayı belirli bir toplumsal düzenin yeniden üretim aracı olarak görmüş, ancak 1970'li yıllardan itibaren

ortaya çıkan eleştirel yaklaşımlarla birlikte dönüşüm sürecine girilmiştir (Hall, 2014; Harvey, 1989; Mumford, 2000).

Üçüncü Endüstri Devrimi (1970'lerden itibaren) ile Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin yükselişi (Castells, 2010; Rifkin, 2011), modernist rasyonel planlamanın teknik yapısına yönelik eleştirilerle eş zamanlı gelişmiştir. Sosyal bilimlerdeki paradigma değişimleri, planlamanın sınırlılıklarını belirginleştirmiş ve Habermas'ın (1984) önerdiği, bireylerin eşit koşullarda katılımını esas alan iletişimsel rasyonalite modelini öne çıkarmıştır. Bu model, planlama disiplininde Judith Innes ve Booher (2003) tarafından İletişimsel Planlama Kuramı olarak geliştirilmiş; katılım, artık bir araç değil, ortak akla ulaşmayı hedefleyen kurucu bir ilke haline gelmiştir (Innes, 1995).

Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0)'nin (2011'den itibaren) getirdiği dijitalleşme, Büyük Veri, CBS ve Yapay Zekâ, katılımın ölçeğini ve niteliğini yeniden tanımlamış, çevrimiçi platformlar aracılığıyla zaman ve mekân sınırlarını aşan sürekli katılımı mümkün kılmıştır (Batty, 2013). Bu teknolojik dönüşüm, Japonya tarafından geliştirilen Toplum 5.0 vizyonuyla insan merkezli ve sosyal alanda sürdürülebilir bir toplum inşasını hedeflemiştir. Dijitalleşmenin getirdiği bireyselleşme, sosyal bilimlerdeki agonistik demokrasi ve temsil ötesi (non-representational) yaklaşımların planlamayı dönüştürmesinde etkili olmuştur. Agonistik yaklaşımlar, uzlaşıyı reddederek, çoğulculuğa ve karşıt görüşlere açık, üretken bir gerilim yaratmayı amaçlamaktadır (Yavuz, Kutlay & Can, 2021). Temsil ötesi kuramlar ise mekânı sadece dilsel temsillerle değil, beden, duygu, gündelik pratikler ve deneyim yoluyla kavranan bir olgu olarak savunur (Thrift, 2008). Bu teorik dönüşümler, Türkiye bağlamında İlhan Tekeli'nin (2023) geliştirdiği, değişime açık, şeffaf ve kolektif üretime dayalı "Açık Planlamaya Doğru" yaklaşımıyla paralellik taşır. Sonuç olarak, planlama yaklaşımları tarihsel süreçte üretim biçimlerinden ve bilimsel paradigmalarından etkilenerek dönüşmüş; rasyonel dönemde yok sayılan vatandaş katılımı, dijital imkanlarla sosyal adaletin, mekânsal eşitliğin ve demokratik meşruiyetin kurucu bileşeni olarak kabul edilen yeni ve erişilebilir bir biçim kazanmıştır.

SONUÇ

Günümüz kentleri; bilgi, duygu ve teknolojiler üzerinden şekillenen karmaşık sistemler olarak ele alınmalı, bu durum imar planlamasının da yeni bir paradigmaya evrilmesini gerektirmektedir. Modernist dönemin merkeziyetçi, uzman bilgisine dayalı, yukarıdan aşağıya planlama anlayışı, postmodern eleştirilerle sorgulanmış ve Endüstri 4.0 ile Toplum 5.0'ın etkisiyle temsilî, ilişkisel ve ağ temelli bir sürece dönüşmüştür. Bu evrimde plancı, otorite olmaktan çıkıp; aktörleri bir araya getiren, ortak aklı biçimlendiren, veriyi yöneten, etik sorumluluk taşıyan bir kolaylaştırıcı ve veri analisti/yorumcusuna dönüşmektedir (Kitchin, 2016; Sanchez vd., 2025). Planlama ölçeği, üst ölçekli stratejik kararlar ile mikro ölçekli gündelik deneyim ve ihtiyaçların aşağıdan yukarıya entegre edildiği, esnek ve çok düzeyli bir yapıya kaymaktadır. Yapay zekâ, dijital ikizler,duygu analizi ve blok zinciri gibi yeni teknolojiler, katılımı şeffaf, güvenli ve doğrudan hale getirme potansiyeli sunarak, katılımı mobil uygulamalar, sensörler ve coğrafi veri katkılarıyla çok yönlü hale getirmektedir. Bu süreçte, UN-Habitat ve Ericsson'un (2019) yaptığı çalışmada, akıllı şehir yaklaşımlarının insani ihtiyaçları göz ardı eden yukarıdan aşağıya modernist bir vizyona dönüşme riskine dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Bu bağlamda, günümüz planlama anlayışında temsilî katılımın ötesine geçilmesi, İlhan Tekeli'nin "Açık Planlamaya Doğru" yaklaşımında (2023) olduğu gibi, esnek, şeffaf, veriyle beslenen ve sürekli geri bildirim döngüsüne dayanan bir yönetişim pratiği olarak işlenmesi, Endüstri 4.0'ın sağladığı teknolojiler ve Toplum 5.0 düşüncesinin üzerinde durduğu insan odağında teknolojinin kullanılması yaklaşımı ile mümkündür. Kent planlama süreçlerine katılımın temsili değil doğrudan ve vatandaş odaklı bu dönüşümün yaşanması ve sürdürülebilirliği ise yasal altyapının oluşturulması, katılım aktörlerinin katılım süreçlerine olan

inancının güçlenmesine yönelik adımların atılması ile mümkündür. Bu çerçevede, kapsayıcı, saydam, erişilebilir, veri güvenliği ve mahremiyetine sahip, uygulanabilir bir sistemin kurgulanması önem arz etmektedir. Böylece vatandaşlar karar alma süreçlerinde pasif gözlemci olarak değil, karar süreçlerinin aktif aktörleri haline gelebilir.

KAYNAKÇA

Arnstein, S. (1969.) A ladder of citizen participation. Journal of the American Planning Association, 35(4), 216–224.
Ashton, T. S. (1948). *The Industrial Revolution 1760-1830*. Oxford University Press.
Batty, M. (2013). *The new science of cities*. MIT Press.
Castells, M. (2010). The Rise of the Network Society. Second edition With a new preface Blackwell.
Forester, J. (1989). *Planning in the Face of Power*. University of California Press.
Fung, A. (2006). Varieties of participation in complex governance. *Public Administration Review, 66*, 66–75.
Habermas, J. (1984). *The theory of communicative action, Vol. 1: Reason and the rationalization of society* (T. McCarthy, Trans.). Beacon Press.
Hall, P. (2014). Cities of tomorrow: An intellectual history of urban planning and design since 1880 (4th ed.). Wiley-Blackwell.
Harvey, D. (1989). *The Condition of Postmodernity: An Enquiry into the Origins of Cultural Change*. Blackwell.
Healey, P. (1997). *Collaborative planning: Shaping places in fragmented societies*. Macmillan.
Innes, J. E. (1995). Planning theory's emerging paradigm: communicative action and interactive practice. Journal of Planning Education and Research, 14(3), 183–189.
Innes, J. E., & Booher, D. E. (2003). Collaborative policymaking: Governance through dialogue. *Deliberative Policy Analysis*, 33–59.
Kitchin, R. (2016). The ethics of smart cities and urban science. Philosophical transactions of the royal society A: Mathematical, physical and engineering sciences,
Landes, D. S. (1969). *The unbound prometheus: Technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present*. Cambridge University Press.
Lefebvre, H. (1991). The Production of Space. Blackwell.
Mokyr, J. (1998). The Second Industrial Revolution, 1870-1914. In The Oxford Encyclopedia of Economic History.
Mumford, E. (2000). *The CIAM discourse on urbanism, 1928-1960*. MIT Press.
Rifkin, J. (2011). The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World. Palgrave Macmillan.
Rowe, Gene and Frewer, Lynn J. (2000)., Public Participation Methods: A Framework for Evaluation (2000). Science, Technology, & Human Values, Vol. 25, No. 1, pp. 3-29,
Sanchez, T. W., Brenman, M., & Ye, X. (2025). The ethical concerns of artificial intelligence in urban planning. Journal of the American Planning Association, 91(2), 294-307.
Shipley, R., & Utz, S. (2012). Making it count: A review of the value and techniques for public consultation. Journal of Planning Literature, 27(1), 22–42.
Thrift, N. (2008). *Non-representational theory: Space, politics, affect*. London: Routledge.
Tekeli, İ. (2023). *Açık Planlamaya Doğru*. İdealKent Yayınları.
Türk Dil Kurumu (TDK). (2025). https://sozluk.gov.tr/
UN-Habitat and Ericsson. (2019). Mixed reality for public participation in urban and public space design - Towards a new way of crowdsourcing more inclusive smart cities
Yavuz, I., Kutlay, E., & Can, D. (2021). Türkiye'de Bölgesel Planlamanın Kurumsallaşması: Muğlak Bir Süreci Güncel Kuramlar ile Okumak. İDEALKENT, 12(32), 14-51.

MAIRCA VE MARCOS YÖNTEMLERİYLE FİNANSAL PERFORMANS ANALİZİ: TÜRKİYE'DE BİLİŞİM VE YAZILIM SEKTÖRÜ

FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS WITH MAIRCA AND MARCOS METHODS: INFORMATION AND SOFTWARE SECTOR IN TURKEY

Dr. Öğr. Üyesi Hilal OK ERGÜN
Trabzon Üniversitesi, Beşikdüzü Meslek Yüksekokulu
ORCID NO: 0000-0002-1454-3677
Doç. Dr. Tolga ERGÜN
Trabzon Üniversitesi, Vakfıkebir Meslek Yüksekokulu
ORCID NO: 0000-0001-9650-4542

ÖZET

Yapay zekâ teknolojilerinin her geçen gün gelişme göstermesiyle bilişim ve yazılım sektörü ön plana çıkmakta ve teknolojik gelişme alanında faaliyet gösteren firmaların piyasa değerini etkilemektedir. Firmaların finansal performansının değerlendirilmesi ise hisse senedi yatırımcıları başta olmak üzere kreditörler ve işletme yöneticileri açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmada son yıllarda yaşanan hızlı teknolojik gelişmelerin en fazla öne çıktığı sektörlerin başında gelen bilişim ve yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performansının incelenmesi amaçlanmaktadır. Literatürde, bilişim ve yazılım sektörü firmalarının finansal performansının çok kriterli karar verme tekniklerivle incelendiği çalışmalar yer almakla birlikte, MAIRCA ve MARCOS tekniklerinin kullanıldığı çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada bilişim ve yazılım sektöründeki firmalarının finansal performansının çok kriterli karar verme tekniklerinden MAIRCA ve MARCOS teknikleriyle incelenmesi çalışmanın özgün yönünü ortaya koymaktadır.

Çalışmada, Borsa İstanbul (BIST)'da işlem gören, bilişim ve yazılım sektöründe faaliyet gösteren 26 firma verisi incelenmiştir. Bu firmaların finansal performansının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amacıyla iki farklı yöntem kullanılmıştır. Bu doğrultuda firmaların finansal performansının ortaya koyulmasında çok kriterli karar verme tekniklerinden standart sapma temeline dayalı MAIRCA ve MARCOS yöntemlerinden faydalanılmıştır. Firmaların, 2024 yılı finansal performansının belirlenmesinde nakit oranı, piyasa değeri/defter değeri, likidite oranı, aktif karlılık oranı, faiz ve vergi öncesi kar, net kar marjı, özsermaye karlılığı, aktif devir hızı, alacak devir hızı, özsermaye devir hızı, kaldıraç oranı ve borç-öz sermaye oranı olmak üzere 12 farklı kriter kullanılmıştır. Çalışmanın analiz sürecinde, 26 firma (alternatif karar verme birimi) ile bu firmalara ilişkin 12 finansal tablo verisi (kriterler) ile bir karar matrisi oluşturulmuştur. Kriterlerin önem ağırlığının belirlenmesinde ise objektif yöntemlerden biri olan standart sapma yönteminden faydalanılmıştır. Normalize edilmiş karar matrisinin belirlenmesinin ardından standart sapma değerleri hesaplanarak, kriter ağırlıkları tespit edilmiştir. Buna göre, aktif devir hızının önem ağırlığının en yüksek, likit oranının ise önem ağırlığının en düşük olduğu bulgusu elde edilmiştir. Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinin ardından MAIRCA yönteminin aşamaları uygulanmıştır. Bu yönteminin işlem adımları kapsamında alternatiflerin önceliklendirmesi yapılarak teorik, gerçek derecelendirme ve toplam boşluk matrisi oluşturulmuştur. Son olarak kriterlerin nihai değerleri tespit edilerek firmaların sıralamaları tespit edilmiştir. Bu yöntemin sonuçlarından elde edilen bulgulara göre, finansal performans açısından Bin Ulaşım Ve Akıllı Şehir Teknolojileri A.Ş.'nin birinci sırada, MİA Teknoloji A.Ş' nin ikinci sırada, Matriks Finansal Teknolojiler A.Ş..'nin ise üçüncü sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Manas Enerji Yönetimi Sanayi Ve Ticaret A.Ş.'nin ise yirmi altıncı sırada olduğu bulgusu elde edilmiştir.

2024 yılında bilişim ve yazılım sektöründe faaliyet gösteren 26 firmanın finansal performansı çok kriterli karar verme tekniklerinden MARCOS yöntemiyle de incelenmiştir. MARCOS yönteminin işlem adımları kapsamında genişletilmiş, normal ve ağırlıklandırılmış matrisler oluşturularak alternatiflerin fayda derecesi ve fayda fonksiyonları hesaplanmıştır. MARCOS yönteminden elde edilen bulgulara göre, finansal performans bakımından MİA Teknoloji A.Ş'nin birinci sırada, İnnosa Teknoloji A.Ş' nin ikinci sırada, Fonet Bilgi Teknolojileri A.Ş.'nin ise üçüncü sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Yirmi altıncı sırada yer alan firmanın ise MAIRCA yönteminden elde edilen bulguya benzer şekilde Manas Enerji Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş olduğu saptanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Finansal Performans, Mairca, Marcos, Bilişim ve Yazılım, Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

ABSTRACT

As artificial intelligence technologies advance, the IT and software sector becomes increasingly prominent and influences the market value of firms involved in technological development. Evaluating the financial performance of firms is important for stock investors, creditors, and business managers. This study aims to examine the financial performance of firms operating in the IT and software sector, one of the sectors where rapid technological developments have been most prominent in recent years. Although studies in the literature examine the financial performance of IT and software sector firms using multi-criteria decision-making techniques, no study using the MAIRCA and MARCOS techniques has been found. Therefore, this study's examination of the financial performance of firms in the IT and software sector using MAIRCA and MARCOS, which are multi-criteria decision-making techniques, demonstrates the study's originality.

In this study, data from 26 firms operating in the IT and software sectors and traded on Borsa Istanbul (BIST) were examined. Two different methods were used to comparatively evaluate the financial performance of these firms. In this respect, the MAIRCA and MARCOS methods, which are multi-criteria decision-making techniques based on standard deviation, were used to reveal the financial performance of the firms. To determine the financial performance of the firms in 2024, 12 different criteria were used: cash ratio, market value/book value, liquidity ratio, return on assets ratio, profit before interest and taxes, net profit margin, return on equity, asset turnover, receivables turnover, equity turnover, leverage ratio, and debt-to-equity ratio. In the analysis process of the study, a decision matrix was created with 26 firms (alternative decision-making units) and 12 financial statement data points (criteria) related to these firms. To determine the importance weight of the criteria, the standard deviation method, an objective approach, was used. After calculating the standard deviation values from the normalized decision matrix, the criterion weights were determined. The asset turnover rate had the highest criterion weight, while the liquid ratio had the lowest criterion weight. After determining the criteria weights, the MAIRCA method was applied. As part of this method's process steps, alternatives were prioritized, and theoretical, actual rating, and total gap matrices were created. Finally, the values of the criteria were determined to establish the firms' rankings. The findings from this method revealed that Bin Ulaşım Ve Akıllı Şehir Teknolojileri A.Ş. ranked first in financial performance, MİA Teknoloji A.Ş. ranked second, and Matriks Finansal Teknolojiler A.Ş. ranked third. Manas Enerji Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş. ranked twenty-sixth.

The financial performance of 26 firms' operating in the IT and software sectors in 2024 was also examined using the MARCOS method, a multi-criteria decision-making technique. As part of the MARCOS method's process steps, the utility ratings and utility functions of the alternatives were calculated by creating expanded, normalized, and weighted matrices. According to the findings from the MARCOS method, MİA Teknoloji A.Ş. ranked first in

financial performance, İnnosa Teknoloji A.Ş. ranked second, and Fonet Bilgi Teknolojileri A.Ş ranked third. Manas Enerji Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş ranked twenty-sixth, consistent with the findings from the MAIRCA method.
Keywords: Financial Performance, Mairca, Marcos, Information and Software, Multi-Criteria Decision Making Techniques

1.GİRİŞ

Rekabetin giderek hız kazandığı küresel dünyada bir firmanın finansal performansının analiz edilmesi sadece firma sahipleri, alacaklılar, yöneticiler ve yatırımcılar için değil aynı zamanda içinde bulunulan sektörde faaliyet gösteren firmalar açısından da büyük önem arz etmektedir. Firmaların finansal performanslarının incelenmesi genellikle finansal analizler yardımıyla yapılmaktadır. Finansal performans kavramı çıktı, verimlilik ve getiri gibi çeşitli manalarda kullanıldığından finansal analiz sürecinde finansal oranlardan faydalanmak hem firmalar için hem de sektörler için daha uygun görülmektedir (Yalçın vd., 2012). Firmaların bilanço ve gelir tablolarında yer alan verilerden türetilen finansal oranlar, firmaların performansını ortaya koymada önemli ölçüm araçları olarak kabul edilmektedir. Ayrıca finansal oranlar firmaların karlılık, likidite ve büyüme gibi güçlü ve zayıf yönlerini de göstermektedir (Chen ve Shimerda, 1981). Bu kapsamda son yıllarda firmalar, performansının temel bir göstergesi olarak finansal performansı yaygın olarak kullanmaktadır (Cheng vd., 2012). Özellikle halka açık firmaların finansal performanslarının analizi küreselleşen dünyada hem yatırımcılar hem de hissedarlar için oldukça kritiktir (Dong vd., 2018).

Firmaların rakiplerine göre pozisyonlarını düzenlemesinde finansal performansa göre bir sıralama yapılması gerekmektedir. Böylece firmalar, finansal performanslarını iyileştirmek için ihtiyaç duydukları stratejileri belirleyebilirler (Lam vd., 2021). Finansal performans analizi konusu çok sayıda değerlendirme kriterine sahip olduğundan adeta çok faktörlü veya kriterli karar verme (ÇKKV) sorunu olarak kabul edilmektedir (Yalçın ve Ünlü, 2018). ÇKKV tekniği, diğer seçenekleri etkileyen birden fazla faktörü ya da kriteri dikkate alarak en iyi alternatifi tespit etmeye çalışmaktadır. Özellikle mühendislik alanında yaygın olarak kullanılan bu teknik, karar vericilerin alternatifler hakkında daha rasyonel ve etkili kararlar vermelerine imkân sağlamaktadır (Deng vd., 2011). Ayrıca, finansal oranlar genellikle değerlendirme ölçütleri olarak kullanılmaktadır. Çünkü firmaların finansal performansları hakkındaki bilgiyi tam olarak yansıtabilme potansiyeli taşımaktadır. Firmaların nihai hedefleri piyasa değerini maksimize etmektir. Bu durum finansal karar sürecinin tüm boyutlarını, karar vericinin rolünü, yöntemlerin ve mevcut bilgilerin çokluğunu ve çeşitliliğini hesaba katması gereken kapsamlı bir prosedürdür (Mota vd., 2013).

İçinde bulunduğumuz 21. yy teknoloji çağında finansal performansı incelenen sektörlerin başında bilişim ve yazılım sektörü gelmektedir. Bu sektör yoğun rekabet, fikri sermayeye aşırı bağımlılık ve yeni teknolojilerde sürekli eğitim ihtiyacı ile karakterize edilen, oldukça zorlu bir sektördür (Álvarez vd., 2015). Dolayısıyla bilgi ve enformasyon günümüz bilgi ekonomisinde başlıca yer alan kaynaklardır. Firmalar giderek daha fazla bilgi tabanlı ve teknolojik odaklı hale gelmektedir. Bilgi, enformasyon ve deneyim bir bütün olarak entelektüel sermaye olarak tanımlanmaktadır. 21. yy'nin temelini oluşturan entelektüel sermaye modern firmalarda önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Microsoft, İntel ve Tellia gibi firmalar bilgi ve entelektüel sermayeyi iyi yöneterek kendi alanlarında küresel liderler haline gelmiştir (Ghosh ve Mondal, 2009).

Yukarıdaki bilgiler ışığında bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'deki bilişim ve yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performansını ortaya koymaktır. Literatürde, çok kriterli karar verme teknikleriyle bilişim ve yazılım sektörü firmalarının finansal performansının incelendiği çalışmalar yer almakla birlikte, MAIRCA ve MARCOS

tekniklerinin kullanıldığı çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu tespit çalışmanın özgün yönünü göstermektedir.

Çalışma dört bölüm olarak tasarlanmıştır. Giriş bölümünü takip eden ikinci bölümde literatür taraması ele alınmıştır. Üçüncü bölümde analiz yöntemi ve bulgular açıklanmıştır. Dördüncü bölümde ise sonuç ve önerilere yer verilerek çalışma tamamlanmıştır.

2.LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde genel olarak literatürde yer alan bilişim sektörünü ele alan çalışmalara yer verilmiştir.

Yılmaz Türkmen ve Çağıl (2012) yaptıkları çalışmada IMKB' de işlem gören bilişim sektöründeki firmaların performansını incelemişlerdir. 2007-2010 döneminin incelendiği çalışmada, 12 firma, çok kriterli karar verme teknikleri ile ele alınmıştır. Mali yapı oranlarının kriter olarak kullandığı çalışmada TOPSIS yöntemi uygulanmış ve firmalar performans sıralamasına tabi tutulmuştur.

Malichová ve Ďurišová (2015) çalışmasında Slovakya'da bilişim teknolojileri (BT) sektöründe faaliyet gösteren 101 şirketin finansal performansını incelemişlerdir. 2012, 2013 ve 2014 yıllarının ele alındığı çalışmada oran analizi ve tanımlayıcı istatistiklerden faydalanılmıştır. Çalışmada yazarlar, BT sektöründeki firmaların finansal performansının iyi olduğu sonucuna varmışlardır. Buna göre likitide ve karlılık düzeyinin yüksek, borçluluk düzeylerinin nispeten düşük olduğunu saptamışlardır.

Doğan ve Calp (2019) yaptıkları çalışmada, bilişim sektöründeki altı firmayı Gri İlişkisel Analiz yöntemi ile incelemiştir.16 farklı finansal oranının kullanıldığı çalışmada, 2018 yılını incelenmiştir. Analiz sonucunda tüm kriterler kapsamında elde edilen bulgular KFEIN kodlu firma performansının en yüksek, ARENA kodlu firmanın ise diğer firmalara göre performansının düşük olduğuna işaret etmiştir.

Gök-Kısa ve Perçin (2018), yaptıkları çalışmada, Entropi tabanlı Vikor yöntemini kullanarak Forbes dergisinin Global 2000'de yayınladığı bilişim teknolojisi sektöründe yer alan 11 firmanın performansını incelemişlerdir. Çalışmadan elde ettikleri bulgulara göre finansal performans sıralamasında Apple birinci, Hewlett-Packard ikinci ve Lenovo Group üçüncü sırada yer almıştır.

Aytekin ve Güler Özçalık (2018) yaptıkları çalışmada, firmaların araştırma geliştirme harcamaları ile finansal performansı arasındaki ilişkiyi Borsa İstanbul'da teknoloji ve bilişim sektöründe işlem gören firmalar kapsamında incelemişlerdir. Genel olarak çalışmadan elde dilen bulgular firmaların araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) harcamalarının finansal performansa olumlu katkısının olduğuna ilişkindir. Çalışmada Ar-Ge harcamalarının arttırılmasının net satışların ve faiz ve vergi öncesi karı arttırdığına ilişkin bulgular elde etmişlerdir. Benzer bir çalışma yapan Kılıç(2020), 2012-2018 döneminde Borsa İstanbul'da işlem gören ve bilişim sektöründe faaliyet gösteren 7 firmada Ar-Ge yoğunluğu ile firmaların finansal performansı arasında anlamlı ve olumlu bir ilişki tespit etmiş, Ar-Ge faaliyetleri ile finansal performans arasında ise anlamlı ilişkiler olmadığı sonucuna varmıştır.

Yerdelen Kaygın (2020), çalışmasında bilişim sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performansını incelemiştir. Çalışmada yazar, 2015 ile 2018 yılları incelemiştir. Finansal tablolardan yararlanarak 11 kriterin kullanıldığı çalışmada çok kriterli karar verme tekniklerinden MULTIMOORA yönteminden faydalanılmıştır. Çalışmada, 15 firma incelemiş ve LINK firmasının en yüksek, KAREL firmasının en düşük performansa sahip olduğu tespit edilmiştir.

Konak ve Ayan Civelek (2021) çalışmasında, Borsa İstanbul Teknoloji endeksinde yer alan 2014-2018 yılları arasında işlem gören firmaların finansal performansını Veri Zarflama Analizi ve TOPSIS yöntemi ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda bir firmanın sürekli etkin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca farklı iki firmanın incelenen yıllardaki sıralamasının birinci ve ikinci olduğu tespit edilmiştir.

Öndeş ve Özkan (2021) tarafından yapılan çalışmada, Borsa İstanbul'da bilişim sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performansında Covid-19 pandemisinin etkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Çok kriterli karar verme tekniklerinin kriter ağırlıklandırma için CRITIC yönteminin kullanıldığı çalışmada firmaların performans sıralamasında EDAS yönteminden faydalanılmıştır. 2020 yılının üç çeyrek döneminin incelendiği çalışmada birinci çeyrekte sırasıyla ARDYZ, PAPIL ve LINK; ikinci çeyrekte PAPIL, INDES ve DESPC; üçüncü çeyrekte INDES, PAPIL ve LINK firmalarının en yüksek finansal performansa sahip olduğu saptanmıştır.

Tüminçin (2021) çalışmasında, bilişim sektörünün finansal performansını çok kriterli karar verme teknikleri kullanarak araştırmıştır. Entropi tabanlı Promethee yönteminin kullanıldığı çalışmada,16 firma incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, önem ağırlığı en yüksek olan kriter net çalışma sermayesi devir oranı olmuştur. Bununla birlikte ilgili firmalarda 2021 yılında finansal performans düzeyinin en yüksek olduğu ve pandemi döneminin firmaların performansına pozitif katkısı olduğu ortaya koyulmuştur.

Uygurtürk ve Yıldız (2021) tarafından yapılan çalışmada, bilişim sektöründeki firmalarının etkinlik ve finansal performansı incelenerek firmaların etkinlikleri ve finansal performansları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmada 2014-2018 dönemi ele alınmış ve 14 firma incelenmiştir. Firmalarının etkinlik düzeylerinin belirlenmesinde veri zarflama analizi, finansal performansının tespit edilmesinde ise Gri İlişkisel Analiz kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen etkinlik bulguları ve performans analizleri bulgularının tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Aktaş (2022) çalışmasında, Borsa İstanbul'da bilişim sektöründe işlem gören 17 şirketin Promethee yöntemi ile finansal performansını incelemiştir. 2019 ve 2020 yıllarının incelendiği çalışmada yazar her iki yılda da ARDYZ, LİNK ve FONET kodlu firmaların en yüksek performans gösterdiği, ARMDA ve NETAŞ kodlu firmaların ise en düşük performans sergileyen firmalar olduğu sonucuna varmıştır.

Sakarya ve Erayman (2022) yaptıkları çalışmada, Borsa İstanbul'da işlem gören bilişim firmalarının finansal performansını nakit akış tablosunda yer alan oranları kullanarak incelemişlerdir. Yazarlar çalışmada, 2017 ile 2020 dönemini ele almış, entropi tabanlı Promethee yöntemini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda yazarlar, incelenen 20 firmanın finansal performansına ilişkin bulguların değişkenlik gösterdiğini, firma performans sıralamalarının incelenen döneme göre farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Sakarya ve İlkdoğan (2022) ise çalışmasında, bilişim sektöründeki 14 firmanın finansal performansını, nakit akış oranlarına göre CRITIC tabanlı TOPSIS yöntemiyle incelemişlerdir. 2017-2021 döneminin ele alındığı çalışmada, ilgili dönemde KRONT, LINK, LINK, INDES ve LINK kodlu işletmelerin başarılı bir performans gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Pala (2023) çalışmasında, Borsa İstanbul'da işlem gören teknoloji ve bilişim sektöründe faaliyet gösteren 14 firmanın finansal performansını incelemiştir. Çok kriterli karar verme tekniklerinden CRITIC, WASPAS ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) yönteminin kullanıldığı çalışmada 2010-2021 dönemi ele alınmıştır. Çalışmada yazar GİA yöntemine göre WASPAS yönteminden daha istikrarlı bulgular elde etmiştir. Çalışma sonucunda firmalar finansal performans açısından sıralanmıştır.

Karaçayır (2024) tarafından yapılan çalışmasında, Borsa İstanbul'da bilişim sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performansında kur riskinin rolünü araştırmıştır. 2014 ile 2022 döneminin incelendiği çalışmada kur riskinin firma performansını negatif yönde etkilediğine dair bulgular elde edilmiştir. Buna karşılık ise kur riskinin hisse senedi getirilerine pozitif etkisi tespit edilmiştir.

Konuya ilişkin literatürdeki çalışmalar değerlendirildiğinde, günümüz dünyasında önemi giderek artan bilişim sektörünün literatürde dikkat çeken bir konu haline geldiğini ifade etmek mümkündür. Buna göre, bilişim sektöründeki firmaların finansal performansının çok kriterli

karar verme teknikleri ile de ele alındığı görülmektedir. Çalışmalardan elde edilen bulguların ise incelenen yıla ve kullanılan yöntemlere göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada ise literatürde rastlanılmayan MAIRCA ve MARCOS yönteminin kullanımı ve dönem olarak 2024 yılını incelemesi açısından literatüre katkı sunması beklenmektedir.

3. YÖNTEM VE BULGULAR

Bu bölümde, çalışmanın amacı ve yöntemine değinilmiş, alternatifler, kriterler ve kriterlerin yönü tanıtılmış, karar matrisi belirlenerek, standart sapma, MAIRCA ve MARCOS yönteminden elde edilen bulgular ortaya koyulmuştur.

3.1. Çalışmanın Amacı ve Yöntemleri

Bu çalışmada Türkiye'de Borsa İstanbul (BIST)'de işlem gören bilişim ve yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performansının incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda bilişim ve yazılım sektöründe faaliyet gösteren 26 firmanın 2024 yılı itibariyle finansal performansı çok kriterli karar verme tekniklerinden standart sapma (SD) temelli MAIRCA ve MARCOS yöntemleri kullanılarak karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Standart sapma yöntemi, kriterlerin önem ağırlığını standart sapmaya göre tespit eden bir yöntemdir. Girdi olarak karar matrisinin kullanıldığı yöntemde, normalize edilmiş karar matrisi ve standart sapma değerlerinin belirlenmesinin ardından kriter ağırlıkları tespit edilir (Şahin,2022:77).

MAIRCA yöntemi, 2014 yılında tanıtılan, alternatiflerin sıralamasında kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerindendir. MAIRCA yönteminin uygulama aşamasında girdi olarak karar matrisi ve kriter ağırlıkları kullanılmaktadır. İşlem sürecinde ise ilk olarak alternatiflerin öncelikleri belirlenir. Ardından teorik, gerçek derecelendirme matrisi tespit ederek, boşluk matrisi hesaplanır. Son olarak, kriter fonksiyonlarının nihai değerleri hesaplanır. Elde edilen nihai değerlere göre alternatifler sıralanır ve optimal alternatif saptanır (Şahin,2022:150).

MARCOS yöntemi de 2020 yılında tanıtılan alternatiflerin sıralamasında kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerindendir. MAIRCA yöntemine benzer şekilde karar matrisini ve kriter ağırlıklarının girdi olarak kullanıldığı yöntemin işlem aşamasında ilk olarak genişletilmiş başlangıç matrisi hesaplanır. Ardından normalize edilmiş başlangıç matrisi ve ağırlıklı matrisler tespit edilir. Son olarak alternatiflerin fayda derecesi ve fayda fonksiyonu hesaplanarak, alternatifler sıralanır ve optimal alternatif belirlenir (Şahin,2022:159).

3.2. Alternatifler

Çalışmada Borsa İstanbul (BIST)'de işlem gören bilişim ve yazılım sektöründeki 26 firma, çalışmanın alternatifleri kapsamında ele alınmıştır. Bu firmalar Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Çalışmada İncelenen Firmalar

Firma Adı	*Sembolü*
ARD GRUP BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ A.Ş.	ARDYZ
ARENA BİLGİSAYAR SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	ARENA
ATP YAZILIM VE TEKNOLOJİ A.Ş.	ATATP
AZTEK TEKNOLOJİ ÜRÜNLERİ TİCARET A.Ş.	AZTEK
BİN ULAŞIM VE AKILLI ŞEHİR TEKNOLOJİLERİ A.Ş.	BINBN
DESPEC BİLGİSAYAR PAZARLAMA VE TİCARET A.Ş.	DESPC
DATAGATE BİLGİSAYAR MALZEMELERİ TİCARET A.Ş.	DGATE
E-DATA TEKNOLOJİ PAZARLAMA A.Ş.	EDATA
FONET BİLGİ TEKNOLOJİLERİ A.Ş.	FONET
İNDEKS BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	INDES
INGRAM MİCRO BİLİŞİM SİSTEMLERİ A.Ş.	INGRM
İNNOSA TEKNOLOJİ A.Ş.	INTEK
KAFEİN YAZILIM HİZMETLERİ TİCARET A.Ş.	KFEIN

LİNK BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ YAZILIMI VE DONANIMI SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	LINK
LOGO YAZILIM SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	LOGO
MANAS ENERJİ YÖNETİMİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	MANAS
MİA TEKNOLOJİ A.Ş.	MIATK
MATRİKS FİNANSAL TEKNOLOJİLER A.Ş.	MTRKS
OBASE BİLGİSAYAR VE DANIŞMANLIK HİZMETLERİ TİCARET A.Ş.	OBASE
ODİNE SOLUTİONS TEKNOLOJİ TİCARET VE SANAYİ A.Ş.	ODINE
PASİFİK TEKNOLOJİ A.Ş.	PATEK
PENTA TEKNOLOJİ ÜRÜNLERİ DAĞITIM TİCARET A.Ş.	PENTA
PLASTİKKART AKILLI KART İLETİŞİM SİSTEMLERİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	PKART
REEDER TEKNOLOJİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	REEDR
SMARTİKS YAZILIM A.Ş.	SMART
VBT YAZILIM A.Ş.	VBTYZ

Tablo 1'de çalışmada incelenen BIST' de bilişim ve yazılım sektöründe faaliyet gösteren 26 firma ve bu firmaların çalışmada kullanılan sembolleri yer almaktadır.

3.3. Kriterler ve Kriterlerin Yönü

Çalışmada amaçlanan bilişim ve yazılım sektöründeki firmaların finansal performansının araştırılmasında kullanılan yöntemler kapsamında finansal performans kriterlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda finansal performans göstergeleri literatür kapsamında belirlenerek Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Finansal Performans Kriterleri ve Kriterlerin Yönü

Kriter	*Sembolü*	*Kriter Yönü*	*Literatür Kaynağı*
Nakit Oran	**FP1**	Maksimum	Doğan ve Calp (2019)
PD/DD	**FP2**	Maksimum	Aytekin ve Güler Özçalık (2018)
Likit Oran	**FP3**	Maksimum	Yerdelen Kaygın(2020)
Aktif Karlılık (ROA) (%) Yıllık	**FP4**	Maksimum	Yerdelen Kaygın(2020), Öndeş ve Özkan(2021),Gök-Kısa ve Perçin (2018),
FAVÖK (Yıllık)	**FP5**	Maksimum	Aytekin ve Güler Özçalık (2018)
Net Kar Marjı (Yıllık)	**FP6**	Maksimum	Yerdelen Kaygın(2020), Gök-Kısa ve Perçin (2018),
Özsermaye Karlılığı (ROE) (%) Yıllık	**FP7**	Maksimum	Yerdelen Kaygın(2020), Öndeş ve Özkan(2021)
Aktif Devir Hızı	**FP8**	Maksimum	Öndeş ve Özkan(2021)
Alacak Devir Hızı	**FP9**	Maksimum	Yerdelen Kaygın(2020)
Özsermaye Devir Hızı	**FP10**	Maksimum	Yerdelen Kaygın(2020)
Kaldıraç Oranı	**FP11**	Minimum	Kılıç (2020)
Toplam Borç / Özsermaye	**FP12**	Minimum	Yerdelen Kaygın(2020),

Tablo 2'de çalışmada kriter olarak kullanılan 12 finansal performans göstergesi sembolleri, kriter değerine göre beklenen yönü ile birlikte yer almaktadır. Buna göre, kriterlerin 10'unun beklenen değeri maksimum (en yüksek) değer iken, 2'sinin beklenen değeri minimum (en düşük) düzeydedir. Ayrıca, çalışmada finansal performans göstergesi olarak kullanılan kriterler literatüre bağlı olarak belirlenmiş ve literatür kaynağı da Tablo 2'de sunulmuştur.

3.4. Karar Matrisinin Belirlenmesi

Çalışmanın uygulama sürecinde Şahin (2022) takip edilerek, ilk olarak karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisinin belirlenmesinde (1) numaralı denklemden faydalanılmıştır:

$$D=\begin{bmatrix} x_{11} \dots & x_{1j} \dots & x_{1n} \\ x_{i1} \dots\dots & x_{ij} \dots\dots & x_{in} \\ x_{m1} \dots\dots & x_{mj} \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad i=1,2,3\dots\dots m \quad j=1,2,\dots,n \qquad (1)$$

(1) numaralı denklemde m altenatif sayısını, n her bir altenatif tanımlayan kriter sayısını, x_{ij} alternatif i'nin j kriteri için performans değerini ifade etmektedir.

(2)

Tablo 3. Karar Matrisinin Belirlenmesi

Alternatif/ Kriter	*FP1*	*FP2*	*FP3*	*FP4*	*FP5*	*FP6*	*FP7*	*FP8*	*FP9*	*FP10*	*FP11*	*FP12*
ARDYZ	8.54	2.1	1.16	9.21	1,033,993,879	17.93	12.87	0.51	1.77	0.72	28.34	40.44
ARENA	4.04	1.25	0.98	-2.27	1,148,706,510	-0.88	-12.44	2.59	4.75	14.20	77.41	342.76
ATATP	87.64	5.26	2.30	20.17	534,181,054	22.18	28.01	0.91	3.57	1.26	22.96	30.76
AZTEK	17.16	2.1	1.34	4.91	1,015,071,030	2.85	11.03	1.73	4.35	3.88	54.65	120.37
BINBN	876.77	5.09	10.50	-5.40	91,446,655	-15.94	-8.94	0.34	18.68	0.56	14.97	17.59
DESPC	0.4	2.65	0.95	0.61	286,469,480	0.21	4.19	2.92	4.48	20.20	87.4	693.45
DGATE	0.43	4.99	0.90	-2.02	234,529,707	-0.74	-22.32	2.75	4.64	30.31	87.94	1,263.36
EDATA	31.64	2.12	2.34	-5.40	33,190,616	-4.99	-7.69	1.08	4.20	1.54	31.23	45.41
FONET	56.27	1.85	1.24	12.18	154,922,618	31.26	13.16	0.39	6.74	0.42	6.91	7.43
INDES	25.65	1.04	0.98	1.25	2,241,894,950	0.49	6.47	2.54	6.14	13.15	78.42	391.64
INGRM	6.4	5.97	1.20	1.83	625,701,856	0.85	11.78	2.15	2.69	13.85	84.18	553.52
INTEK	5.29	15.71	0.29	24.13	140,049,947	45.79	74.30	0.53	4.12	1.62	44.4	162.57
KFEIN	70.83	1.49	2.08	13.78	266,830,206	10.99	21.03	1.25	7.21	1.91	31.52	46.69
LINK	74.59	4.71	1.97	26.69	197,665,284	43.10	37.22	0.62	3.74	0.86	30.12	43.11
LOGO	15.31	3.34	0.49	4.35	1,522,750,000	8.62	11.51	0.50	4.40	1.34	60.05	165.95
MANAS	0.92	1.58	0.34	-7.66	114,049,662	-31.10	-13.53	0.25	4.63	0.43	45.74	84.29
MIATK	66.89	3.76	1.87	43.62	1,686,419,293	88.12	56.42	0.49	2.21	0.64	24.13	31.85
MTRKS	127.77	3.28	1.84	18.78	346,660,006	13.33	24.93	1.41	16.53	1.87	26.56	36.28
OBASE	30.49	2.22	1.02	-4.94	88,714,005	-6.64	-7.92	0.74	5.06	1.19	41.27	70.34
ODINE	134.48	7.8	2.51	19.91	493,231,203	33.52	31.11	0.59	3.27	0.93	29.65	42.15
PATEK	0.52	15.81	0.64	-6.10	-111,296,518	-11.54	-23.38	0.53	3.57	2.02	58.46	225.41
PENTA	9.74	1.8	1.08	3.81	1,018,547,452	1.42	11.43	2.68	4.51	8.05	65.18	187.20
PKART	39.94	4.12	1.43	8.11	119,103,116	3.13	17.22	2.59	11.19	5.50	32.96	49.16
REEDR	69.52	1.7	1.76	-9.88	613,731,815	-36.99	-13.19	0.27	1.87	0.36	21.32	27.83
SMART	1.44	2.3	0.77	2.57	133,187,053	6.07	3.34	0.42	2.45	0.55	22.64	29.27
VBTYZ	32.72	3.18	0.67	2.11	259,978,352	1.53	4.34	1.38	13.32	2.85	59.91	149.13

Tablo 3'te yer alan karar matrisi incelendiğinde, örneğin FP1'in en yüksek olduğu alternatif BINBN, en düşük olduğu alternatif DESPC' tir. Bununla birlikte; FP2'nin en büyük değeri alan alternatifi PATEK, en düşük değeri alan alternatif ise INDES olmuştur.

3.5. Kriterlerin Standart Sapma (SD)' ye Göre Önem Ağırlığının Tespit Edilmesi

Standart sapma yöntemine göre kriterlerin önem ağırlıklarının tespit edilmesi sürecinde Şahin (2022) takip edilmiştir. İlk olarak karar matrisine dayalı olarak normalize karar matrisi tespit edilmiştir. Normalize karar matrisinin belirlenmesinde (2) ve (3) numaralı denklemlerden faydalanılmıştır:

Maksimizasyon için; $\bar{x}_{ij} = ((x_{ij} - min(x_i))/(max(x_i) - (\min(x_i))$ i=1,2,….m j=1,2,…n (2)

Minimizasyon için; $\bar{x}_{ij} = ((max(x_i) - x_{ij})/(max(x_i) - (\min(x_i))$ i=1,2,….m j=1,2,…n (3)

$$\sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^{m}(x_{ij} - \bar{x}_j)^2} \Big/ m \qquad i=1,2,\dots m \quad j=1,2,\dots n \ (4)$$

σ_2 standart sapmayı temsil etmektedir.

(2),(3) ve (4) numaralı denklemler kullanılarak elde edilen alternatiflere ait kriterlerin normalize edilmiş değerleri ve standart sapma değerleri Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Alternatif/ Kriter	*FP1*	*FP2*	*FP3*	*FP4*	*FP5*	*FP6*	*FP7*	*FP8*	*FP9*	*FP10*	*FP11*	*FP12*
ARDYZ	0.01	0.07	0.09	0.36	0.49	0.44	0.37	0.10	0.00	0.01	0.74	0.97
ARENA	0.00	0.01	0.07	0.14	0.54	0.29	0.11	0.88	0.18	0.46	0.13	0.73
ATATP	0.10	0.29	0.20	0.56	0.27	0.47	0.53	0.25	0.11	0.03	0.80	0.98
AZTEK	0.02	0.07	0.10	0.28	0.48	0.32	0.35	0.55	0.15	0.12	0.41	0.91
BINBN	1.00	0.27	1.00	0.08	0.09	0.17	0.15	0.03	1.00	0.01	0.90	0.99
DESPC	0.00	0.11	0.06	0.20	0.17	0.30	0.28	1.00	0.16	0.66	0.01	0.45
DGATE	0.00	0.27	0.06	0.15	0.15	0.29	0.01	0.94	0.17	1.00	0.00	0.00
EDATA	0.04	0.07	0.20	0.08	0.06	0.26	0.16	0.31	0.14	0.04	0.70	0.97
FONET	0.06	0.05	0.09	0.41	0.11	0.55	0.37	0.05	0.29	0.00	1.00	1.00
INDES	0.03	0.00	0.07	0.21	1.00	0.30	0.31	0.86	0.26	0.43	0.12	0.69
INGRM	0.01	0.33	0.09	0.22	0.31	0.30	0.36	0.71	0.05	0.45	0.05	0.57
INTEK	0.01	0.99	0.00	0.64	0.11	0.66	1.00	0.10	0.14	0.04	0.54	0.88
KFEIN	0.08	0.03	0.18	0.44	0.16	0.38	0.45	0.37	0.32	0.05	0.70	0.97
LINK	0.08	0.25	0.16	0.68	0.13	0.64	0.62	0.14	0.12	0.02	0.71	0.97
LOGO	0.02	0.16	0.02	0.27	0.69	0.36	0.36	0.09	0.16	0.03	0.34	0.87
MANAS	0.00	0.04	0.00	0.04	0.10	0.05	0.10	0.00	0.17	0.00	0.52	0.94
MIATK	0.08	0.18	0.15	1.00	0.76	1.00	0.82	0.09	0.03	0.01	0.79	0.98
MTRKS	0.15	0.15	0.15	0.54	0.19	0.40	0.49	0.43	0.87	0.05	0.76	0.98
OBASE	0.03	0.08	0.07	0.09	0.08	0.24	0.16	0.18	0.19	0.03	0.58	0.95
ODINE	0.15	0.46	0.22	0.56	0.26	0.56	0.56	0.13	0.09	0.02	0.72	0.97
PATEK	0.00	1.00	0.03	0.07	0.00	0.20	0.00	0.10	0.11	0.06	0.36	0.83
PENTA	0.01	0.05	0.08	0.26	0.48	0.31	0.36	0.91	0.16	0.26	0.28	0.86
PKART	0.05	0.21	0.11	0.34	0.10	0.32	0.42	0.88	0.56	0.17	0.68	0.97
REEDR	0.08	0.04	0.14	0.00	0.31	0.00	0.10	0.01	0.01	0.00	0.82	0.98
SMART	0.00	0.09	0.05	0.23	0.10	0.34	0.27	0.06	0.04	0.01	0.81	0.98
VBTYZ	0.04	0.14	0.04	0.22	0.16	0.31	0.28	0.42	0.68	0.08	0.35	0.89
Standart Sapma	***0.19***	***0.26***	***0.19***	***0.24***	***0.25***	***0.20***	***0.23***	***0.35***	***0.26***	***0.25***	***0.30***	***0.22***

Tablo 4'te yer aldığı üzere (2), (3) numaralı denklemler kullanılarak alternatiflere ait kriterlerin normalize değerleri oluşturulmuş, (4) numaralı denklem kullanılarak ise kriterlerin standart sapmaları hesaplanmıştır.

Standart sapma yönteminin ikinci aşamasında her bir kriterin önem ağırlığı (5) numaralı denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\boldsymbol{W_{j=\sigma_j}} / \sum_{j=1}^{n} \sigma_j \qquad i=1,2,\ldots.n \qquad (5)$$

Denklem (5)'e göre hesaplanan kriterlerin önem ağırlığı Tablo 5'te sunulmaktadır.

Tablo 5. Kriterlerin Önem Ağırlığı

Kriter	*Kriterlerin Önem Ağırlığı*	*Kriter*	*Kriterlerin Önem Ağırlığı*
FP1	0.066	***FP7***	0.080
FP2	0.088	***FP8***	0.119
FP3	0.064	***FP9***	0.088
FP4	0.081	***FP10***	0.085
FP5	0.085	***FP11***	0.101
FP6	0.069	***FP12***	0.076

Tablo 5 incelendiğinde, kriterlerin önem ağırlığına göre birinci sırada FP8, ikinci sırada FP11, üçüncü sırada FP2 ve FP9 gelmektedir. En düşük önem ağırlığı ise FP3 olarak hesaplanmıştır.

3.6. MAIRCA Yönteminde Elde Edilen Bulgular

MAIRCA yönteminin uygulama aşamasında yukarıdaki başlıklarda yer alan karar matrisi ve SD'ye göre belirlenen kriter önem ağırlığı dikkate alınarak Şahin vd.(2022) süreci takip

edilmiştir. Buna göre ilk olarak alternatiflerin öncelikleri denklem (6) ve (7) kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\boldsymbol{P_{Ai}} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{m}} \; ; \; \sum_{i=1}^{m} \boldsymbol{P_{Ai}} = 1 \qquad \text{i=1,2,3…m} \tag{6}$$

$$\boldsymbol{P_{A1}} = \boldsymbol{P_{A2}} = \boldsymbol{P_{A2}} \; \dots\dots \boldsymbol{P_{Am}} \tag{7}$$

Denklem (6) ve (7) kullanılarak alternatiflerin öncelikleri hesaplanmış ve hesaplanan değerler Tablo 6'da sunulmaktadır.

$$P_{Ai} = \frac{1}{26} = 0.038$$

Tablo 6. Alternatiflerin Önceliklendirilmesi

Alternatifler	P_{Ai}	*Alternatifler*	P_{Ai}
ARDYZ	0.038	**LINK**	0.038
ARENA	0.038	**LOGO**	0.038
ATATP	0.038	**MANAS**	0.038
AZTEK	0.038	**MIATK**	0.038
BINBN	0.038	**MTRKS**	0.038
DESPC	0.038	**OBASE**	0.038
DGATE	0.038	**ODINE**	0.038
EDATA	0.038	**PATEK**	0.038
FONET	0.038	**PENTA**	0.038
INDES	0.038	**PKART**	0.038
INGRM	0.038	**REEDR**	0.038
INTEK	0.038	**SMART**	0.038
KFEIN	0.038	**VBTYZ**	0.038

Alternatiflerin önceliklerinin belirlenmesinin ardından teorik derecelendirme matrisi(Tp) denklem (8) kullanılarak oluşturulmuştur.

$$\boldsymbol{T_p} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{P_{A1}} \times \boldsymbol{w_1} & \boldsymbol{P_{A1}} \times \boldsymbol{w_2} \dots\dots & \boldsymbol{P_{A1}} \times \boldsymbol{w_n} \\ \boldsymbol{P_{A2}} \times \boldsymbol{w_1} & \boldsymbol{P_{A2}} \times \boldsymbol{w_2} \dots\dots & \boldsymbol{P_{A2}} \times \boldsymbol{w_n} \\ \boldsymbol{P_{Am}} \times \boldsymbol{w_1} & \boldsymbol{P_{Am}} \times \boldsymbol{w_2} \dots\dots & \boldsymbol{P_{Am}} \times \boldsymbol{w_n} \end{bmatrix} \tag{8}$$

(8) numaralı denklem kullanılarak hesaplanan teorik derecelendirme matrisi Tablo 7'de sunulmaktadır.

Tablo 7. Teorik derecelendirme Matrisi

Alternatif/ Kriter	*FP1*	*FP2*	*FP3*	*FP4*	*FP5*	*FP6*	*FP7*	*FP8*	*FP9*	*FP10*	*FP11*	*FP12*
ARDYZ	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
ARENA	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
ATATP	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
AZTEK	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
BINBN	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
DESPC	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
DGATE	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
EDATA	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
FONET	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
INDES	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
INGRM	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
INTEK	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
KFEIN	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
LINK	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
LOGO	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
MANAS	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
MIATK	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
MTRKS	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
OBASE	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
ODINE	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
PATEK	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003

PENTA	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
PKART	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
REEDR	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
SMART	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003
VBTYZ	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003

Teorik derecelendirme matrisinin hesaplanmasının ardından, gerçek derecelendirme matrisinin elemanları denklem (9) ve denklem (10) kullanılarak hesaplanmış ve denklem (10)'da yer aldığı gibi gerçek derecelendirme matrisi (Tr) hesaplanmıştır.
Maksimizasyon kriterleri için;

$$\boldsymbol{t_{ij} = t_{pij} \times \left(\frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-}\right)} \tag{9}$$

Minimizasyon kriterleri için;

$$\boldsymbol{t_{ij} = t_{pij} \times \left(\frac{x_{ij} - x_j^+}{x_j^- - x_j^+}\right)} \tag{10}$$

$$\boldsymbol{T_r = \begin{bmatrix} t_{r11} \cdots\cdots & t_{r12} \cdots\cdots & t_{r1n} \\ t_{r21} \cdots\cdots & t_{r22} \cdots\cdots & t_{r2n} \\ t_{rm1} \cdots\cdots & t_{rm1} \cdots\cdots & t_{rm1} \end{bmatrix}} \tag{11}$$

(9),(10) ve (11) numaralı denklemler kullanılarak elde edilen gerçek değerlendirme matrisi Tablo 8'de sunulmaktadır.

Tablo 8: Gerçek Değerlendirme Matrisi

Alternatif/ Kriter	*FP1*	*FP2*	*FP3*	*FP4*	*FP5*	*FP6*	*FP7*	*FP8*	*FP9*	*FP10*	*FP11*	*FP12*
ARDYZ	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003
ARENA	0.000	0.000	-0.002	-0.004	0.002	0.001	0.000	0.004	0.001	0.002	0.001	0.002
ATATP	0.004	0.001	-0.002	0.003	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.003	0.003
AZTEK	0.001	0.000	-0.002	-0.002	0.002	0.001	0.001	0.003	0.001	0.000	0.002	0.003
BINBN	0.038	0.001	0.000	-0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.003	0.003
DESPC	0.000	0.000	-0.002	-0.003	0.001	0.001	0.001	0.005	0.001	0.002	0.000	0.001
DGATE	0.000	0.001	-0.002	-0.004	0.000	0.001	0.000	0.004	0.001	0.003	0.000	0.000
EDATA	0.001	0.000	-0.002	-0.005	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.003	0.003
FONET	0.002	0.000	-0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.004	0.003
INDES	0.001	0.000	-0.002	-0.003	0.003	0.001	0.001	0.004	0.001	0.001	0.000	0.002
INGRM	0.000	0.001	-0.002	-0.003	0.001	0.001	0.001	0.003	0.000	0.001	0.000	0.002
INTEK	0.000	0.003	-0.002	0.004	0.000	0.002	0.003	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003
KFEIN	0.003	0.000	-0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.003	0.003
LINK	0.003	0.001	-0.002	0.005	0.000	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.003	0.003
LOGO	0.001	0.000	-0.002	-0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.003
MANAS	0.000	0.000	-0.002	-0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.003
MIATK	0.003	0.000	-0.002	0.010	0.003	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003
MTRKS	0.006	0.000	-0.002	0.003	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.000	0.003	0.003
OBASE	0.001	0.000	-0.002	-0.005	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.002	0.003
ODINE	0.006	0.001	-0.002	0.003	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.003	0.003
PATEK	0.000	0.003	-0.002	-0.005	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
PENTA	0.000	0.000	-0.002	-0.002	0.002	0.005	0.001	0.004	0.001	0.001	0.001	0.002
PKART	0.002	0.001	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.001	0.004	0.002	0.001	0.003	0.003
REEDR	0.003	0.000	-0.002	-0.006	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003
SMART	0.000	0.000	-0.002	-0.002	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003
VBTYZ	0.001	0.000	-0.002	-0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.000	0.001	0.003

Gerçek değerlendirme matrisinin elde edilmesinin ardından (12) numaralı denklem kullanılarak toplam boşluk matrisi elde edilmiştir.

$$\boldsymbol{G = T_P - T_r = i \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & g_{2n} \\ g_{m1} & g_{m2} & g_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t_{p11} - t_{r11} & t_{p12} - t_{r12} \cdots\cdots & t_{p1n} - t_{r1n} \\ t_{p21} - t_{r21} & t_{p22} - t_{r22} \cdots\cdots & t_{p2n} - t_{p2n} \\ t_{pm1} - t_{rm1} & t_{pm2} - t_{rm2} \cdots\cdots & t_{p11} - t_{r11} \end{bmatrix}} \tag{12}$$

(12) numaralı denklem kullanılarak elde edilen toplam boşluk matrisi Tablo 9'da sunulmaktadır.

Tablo 9: Toplam Boşluk Matrisi

Alternatif/ Kriter	*FP1*	*FP2*	*FP3*	*FP4*	*FP5*	*FP6*	*FP7*	*FP8*	*FP9*	*FP10*	*FP11*	*FP12*
ARDYZ	0.002	0.003	0.005	0.004	0.002	0.001	0.002	0.004	0.003	0.003	0.001	0.000
ARENA	0.002	0.003	0.005	0.007	0.002	0.002	0.003	0.001	0.003	0.002	0.003	0.001
ATATP	-0.001	0.003	0.004	0.000	0.002	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.001	0.000
AZTEK	0.002	0.003	0.005	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.000
BINBN	-0.036	0.003	0.002	0.008	0.003	0.002	0.003	0.004	0.000	0.003	0.000	0.000
DESPC	0.003	0.003	0.005	0.006	0.003	0.002	0.002	0.000	0.003	0.001	0.004	0.002
DGATE	0.003	0.003	0.005	0.007	0.003	0.002	0.003	0.000	0.003	0.000	0.004	0.003
EDATA	0.001	0.003	0.004	0.008	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.000
FONET	0.000	0.003	0.005	0.003	0.003	0.001	0.002	0.004	0.002	0.003	0.000	0.000
INDES	0.001	0.003	0.005	0.006	0.000	0.002	0.002	0.001	0.003	0.002	0.003	0.001
INGRM	0.002	0.003	0.005	0.006	0.002	0.002	0.002	0.001	0.003	0.002	0.004	0.001
INTEK	0.002	0.001	0.005	-0.001	0.003	0.001	0.000	0.004	0.003	0.003	0.002	0.000
KFEIN	-0.001	0.003	0.004	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	0.003	0.001	0.000
LINK	-0.001	0.003	0.005	-0.002	0.003	0.001	0.001	0.004	0.003	0.003	0.001	0.000
LOGO	0.002	0.003	0.005	0.005	0.001	0.002	0.002	0.004	0.003	0.003	0.003	0.000
MANAS	0.003	0.003	0.005	0.009	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.002	0.000
MIATK	0.000	0.003	0.005	-0.007	0.001	0.000	0.001	0.004	0.003	0.003	0.001	0.000
MTRKS	-0.003	0.003	0.005	0.001	0.003	0.002	0.002	0.003	0.000	0.003	0.001	0.000
OBASE	0.001	0.003	0.005	0.008	0.003	0.002	0.003	0.004	0.003	0.003	0.002	0.000
ODINE	-0.003	0.002	0.004	0.000	0.002	0.001	0.001	0.004	0.003	0.003	0.001	0.000
PATEK	0.003	0.001	0.005	0.008	0.003	0.002	0.003	0.004	0.003	0.003	0.002	0.001
PENTA	0.002	0.003	0.005	0.005	0.002	-0.002	0.002	0.000	0.003	0.002	0.003	0.000
PKART	0.001	0.003	0.005	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.003	0.001	0.000
REEDR	-0.001	0.003	0.005	0.009	0.002	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.001	0.000
SMART	0.002	0.003	0.005	0.006	0.003	0.002	0.002	0.004	0.003	0.003	0.001	0.000
VBTYZ	0.001	0.003	0.005	0.006	0.003	0.002	0.002	0.003	0.001	0.003	0.003	0.000

Yöntemin son aşamasında (13) numaralı denklem kullanılarak kriterlerin nihai değerleri (Q_i) hesaplanmıştır.

$$\boldsymbol{Q_i = \sum_{j=1}^{n} g_{ij}} \qquad i=1,2,3\ldots\ldots m \qquad (13)$$

Kriterlerin fonksiyonlarının nihai değerleri (13) numaralı denklem kullanılarak hesaplanmış ve alternatiflerin sıralaması küçükten büyüğe doğru yapılarak Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10:Q Fonksiyonu Oluşturma ve Sıralama

Alternatif	*Q Fonksiyonu*	*Sıralama*	*Firma*	*Q Fonksiyonu*	*Sıralama*
BINBN	-0.007	**1**	**ARDYZ**	0.03049	**14**
MIATK	0.01295	**2**	**VBTYZ**	0.03096	**15**
MTRKS	0.01794	**3**	**LOGO**	0.03241	**16**
ODINE	0.01985	**4**	**INGRM**	0.03257	**17**
LINK	0.02098	**5**	**DESPC**	0.03268	**18**
ATATP	0.02161	**6**	**ARENA**	0.03284	**19**
INTEK	0.02313	**7**	**SMART**	0.03442	**20**
PKART	0.02477	**8**	**DGATE**	0.03453	**21**
KFEIN	0.02489	**9**	**EDATA**	0.03476	**22**
PENTA	0.02589	**10**	**OBASE**	0.03593	**23**
FONET	0.02658	**11**	**REEDR**	0.03618	**24**
INDES	0.0288	**12**	**PATEK**	0.03798	**25**
AZTEK	0.03028	**13**	**MANAS**	0.04024	**26**

Tablo 10'da firmalara ait nihai (Q fonksiyonu) değerleri ve sıralamaları yer almaktadır. Buna göre, BINBIN birinci sırada, MIATK ikinci sırada, MTRKS ise üçüncü sırada yer almaktadır. MANAS ise yirmi altıncı sırada yer almaktadır.

3.7. MARCOS Yönteminden Elde Edilen Bulgular

MARCOS yönteminin uygulama aşamaları yukarıdaki başlıklarda yer alan karar matrisi ve SD'ye göre kriterlerin önem ağırlığı dikkate alınarak Şahin vd.(2022)'ne göre uygulanmıştır. Yöntemin ilk aşamasında denklem (14) kullanılarak genişletilmiş başlangıç matrisi hesaplanmıştır.

$$X=\begin{bmatrix} x_{aa1} & x_{aa2} & x_{aan} \\ x_{11} & x_{i12j} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ \dots. & \dots.. & \dots. \\ x_{m1} & x_{22} & x_{mn} \\ x_{ai1} & x_{ai2} & x_{ain} \end{bmatrix} \qquad i=1,2,3\dots\dots m \quad j=1,2,\dots,n \qquad (14)$$

Denklem (14) kullanılarak oluşturulan genişletilmiş karar matrisi kriter özelliğine göre ideal ve ideal olmayan çözüm (AI) ve (AAI), denklem (15) ve denklem (16) uygulanmıştır. AAI en kötü alternatifi ifade ederken, AI en iyi alternatifi ortaya koymaktadır.

$$AAI= \min_i x_{ij} \qquad (15)$$

$$AI = \max_i x_{ij} \qquad (16)$$

Denklem (15) ve denklem (16) kullanılarak elde edilen genişletilmiş karar matrisi Tablo 11'de sunulmaktadır.

Tablo 11: Genişletilmiş Karar Matrisi

Alternatif/ Kriter	FP1	FP2	FP3	FP4	FP5	FP6	FP7	FP8	FP9	FP10	FP11	FP12
ARDYZ	8.54	2.1	1.16	9.21	1,033,993,879	17.93	12.87	0.51	1.77	0.72	28.34	40.44
ARENA	4.04	1.25	0.98	-2.27	1,148,706,510	-0.88	-12.44	2.59	4.75	14.20	77.41	342.76
ATATP	87.64	5.26	2.30	20.17	534,181,054	22.18	28.01	0.91	3.57	1.26	22.96	30.76
AZTEK	17.16	2.1	1.34	4.91	1,015,071,030	2.85	11.03	1.73	4.35	3.88	54.65	120.37
BINBN	876.77	5.09	10.50	-5.40	91,446,655	-15.94	-8.94	0.34	18.68	0.56	14.97	17.59
DESPC	0.4	2.65	0.95	0.61	286,469,480	0.21	4.19	2.92	4.48	20.20	87.4	693.45
DGATE	0.43	4.99	0.90	-2.02	234,529,707	-0.74	-22.32	2.75	4.64	30.31	87.94	1,263.36
EDATA	31.64	2.12	2.34	-5.40	33,190,616	-4.99	-7.69	1.08	4.20	1.54	31.23	45.41
FONET	56.27	1.85	1.24	12.18	154,922,618	31.26	13.16	0.39	6.74	0.42	6.91	7.43
INDES	25.65	1.04	0.98	1.25	2,241,894,950	0.49	6.47	2.54	6.14	13.15	78.42	391.64
INGRM	6.4	5.97	1.20	1.83	625,701,856	0.85	11.78	2.15	2.69	13.85	84.18	553.52
INTEK	5.29	15.71	0.29	24.13	140,049,947	45.79	74.30	0.53	4.12	1.62	44.4	162.57
KFEIN	70.83	1.49	2.08	13.78	266,830,206	10.99	21.03	1.25	7.21	1.91	31.52	46.69
LINK	74.59	4.71	1.97	26.69	197,665,284	43.10	37.22	0.62	3.74	0.86	30.12	43.11
LOGO	15.31	3.34	0.49	4.35	1,522,750,000	8.62	11.51	0.50	4.40	1.34	60.05	165.95
MANAS	0.92	1.58	0.34	-7.66	114,049,662	-31.10	-13.53	0.25	4.63	0.43	45.74	84.29
MIATK	66.89	3.76	1.87	43.62	1,686,419,293	88.12	56.42	0.49	2.21	0.64	24.13	31.85
MTRKS	127.77	3.28	1.84	18.78	346,660,006	13.33	24.93	1.41	16.53	1.87	26.56	36.28
OBASE	30.49	2.22	1.02	-4.94	88,714,005	-6.64	-7.92	0.74	5.06	1.19	41.27	70.34
ODINE	134.48	7.8	2.51	19.91	493,231,203	33.52	31.11	0.59	3.27	0.93	29.65	42.15
PATEK	0.52	15.81	0.64	-6.10	-111,296,518	-11.54	-23.38	0.53	3.57	2.02	58.46	225.41
PENTA	9.74	1.8	1.08	3.81	1,018,547,452	1.42	11.43	2.68	4.51	8.05	65.18	187.20
PKART	39.94	4.12	1.43	8.11	119,103,116	3.13	17.22	2.59	11.19	5.50	32.96	49.16
REEDR	69.52	1.7	1.76	-9.88	613,731,815	-36.99	-13.19	0.27	1.87	0.36	21.32	27.83
SMART	1.44	2.3	0.77	2.57	133,187,053	6.07	3.34	0.42	2.45	0.55	22.64	29.27
VBTYZ	32.72	3.18	0.67	2.11	259,978,352	1.53	4.34	1.38	13.32	2.85	59.91	149.13
AAI	**0.40**	**1.04**	**0.29**	**-9.88**	**-111296518**	**-36.99**	**-23.38**	**0.25**	**1.77**	**0.36**	**87.94**	**1263.36**
AI	**876.77**	**15.81**	**10.50**	**43.62**	**2241894950**	**88.12**	**74.30**	**2.92**	**18.68**	**30.31**	**6.91**	**7.43**

Uygulamanın bir sonraki adımda, genişletilmiş karar matrisi elemanları denklem (17) ve denklem (18) kullanılarak normalize edilmiştir.

$$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}} \qquad eğer\ J \in C \qquad (17)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}} \qquad eğer\ J \in B \qquad (18)$$

Denklem (17) ve denklem (18) kullanılarak elde edilen x_{ai} ve x_{ij} 'nin karar matrisinin elemanlarını oluşturan normalize matrisi Tablo 12'de sunulmaktadır.

Tablo 12: Normalize Karar Matrisi

Alternatif/Kriter	*FP1*	*FP2*	*FP3*	*FP4*	*FP5*	*FP6*	*FP7*	*FP8*	*FP9*	*FP10*	*FP11*	*FP12*
ARDYZ	0.01	0.13	0.11	0.21	0.46	0.20	0.17	0.17	0.09	0.02	0.24	0.18
ARENA	0.00	0.08	0.09	-0.05	0.51	-0.01	-0.17	0.89	0.25	0.47	0.09	0.02
ATATP	0.10	0.33	0.22	0.46	0.24	0.25	0.38	0.31	0.19	0.04	0.30	0.24
AZTEK	0.02	0.13	0.13	0.11	0.45	0.03	0.15	0.59	0.23	0.13	0.13	0.06
BINBN	1.00	0.32	1.00	-0.12	0.04	-0.18	-0.12	0.12	1.00	0.02	0.46	0.42
DESPC	0.00	0.17	0.09	0.01	0.13	0.00	0.06	1.00	0.24	0.67	0.08	0.01
DGATE	0.00	0.32	0.09	-0.05	0.10	-0.01	-0.30	0.94	0.25	1.00	0.08	0.01
EDATA	0.04	0.13	0.22	-0.12	0.01	-0.06	-0.10	0.37	0.22	0.05	0.22	0.16
FONET	0.06	0.12	0.12	0.28	0.07	0.35	0.18	0.13	0.36	0.01	1.00	1.00
INDES	0.03	0.07	0.09	0.03	1.00	0.01	0.09	0.87	0.33	0.43	0.09	0.02
INGRM	0.01	0.38	0.11	0.04	0.28	0.01	0.16	0.74	0.14	0.46	0.08	0.01
INTEK	0.01	0.99	0.03	0.55	0.06	0.52	1.00	0.18	0.22	0.05	0.16	0.05
KFEIN	0.08	0.09	0.20	0.32	0.12	0.12	0.28	0.43	0.39	0.06	0.22	0.16
LINK	0.09	0.30	0.19	0.61	0.09	0.49	0.50	0.21	0.20	0.03	0.23	0.17
LOGO	0.02	0.21	0.05	0.10	0.68	0.10	0.15	0.17	0.24	0.04	0.12	0.04
MANAS	0.00	0.10	0.03	-0.18	0.05	-0.35	-0.18	0.09	0.25	0.01	0.15	0.09
MIATK	0.08	0.24	0.18	1.00	0.75	1.00	0.76	0.17	0.12	0.02	0.29	0.23
MTRKS	0.15	0.21	0.18	0.43	0.15	0.15	0.34	0.48	0.88	0.06	0.26	0.20
OBASE	0.03	0.14	0.10	-0.11	0.04	-0.08	-0.11	0.25	0.27	0.04	0.17	0.11
ODINE	0.15	0.49	0.24	0.46	0.22	0.38	0.42	0.20	0.18	0.03	0.23	0.18
PATEK	0.00	1.00	0.06	-0.14	-0.05	-0.13	-0.31	0.18	0.19	0.07	0.12	0.03
PENTA	0.01	0.11	0.10	0.09	0.45	0.02	0.15	0.92	0.24	0.27	0.11	0.04
PKART	0.05	0.26	0.14	0.19	0.05	0.04	0.23	0.89	0.60	0.18	0.21	0.15
REEDR	0.08	0.11	0.17	-0.23	0.27	-0.42	-0.18	0.09	0.10	0.01	0.32	0.27
SMART	0.00	0.15	0.07	0.06	0.06	0.07	0.04	0.14	0.13	0.02	0.31	0.25
VBTYZ	0.04	0.20	0.06	0.05	0.12	0.02	0.06	0.47	0.71	0.09	0.12	0.05
MAK	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**
MİN	**0.00**	**0.07**	**0.03**	**-0.23**	**-0.05**	**-0.42**	**-0.31**	**0.09**	**0.09**	**0.01**	**0.08**	**0.01**
AAI	**0.00**	**0.07**	**0.03**	**-0.23**	**-0.05**	**-0.42**	**-0.31**	**0.09**	**0.10**	**0.01**	**1.00**	**1.00**
AI	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**0.08**	**0.01**

Normalize karar matrisinin hesaplanmasından sonra denklem (19) kullanılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi hesaplanmıştır.

$$v_{ij} = n_{ij} \times w_{ij} \qquad (19)$$

v_{ij}'nin matrisinin elamanlarını oluşturduğu denklem (19) kullanılarak oluşturulan ağırlıklandırılmış karar matrisi Tablo 13'de sunulmaktadır.

Tablo 13: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

Alternatif/Kriter	*FP1*	*FP2*	*FP3*	*FP4*	*FP5*	*FP6*	*FP7*	*FP8*	*FP9*	*FP10*	*FP11*	*FP12*
ARDYZ	0.001	0.012	0.001	0.017	0.039	0.014	0.014	0.021	0.008	0.002	0.025	0.014
ARENA	0.000	0.007	0.000	-0.004	0.044	-0.001	-0.013	0.105	0.022	0.040	0.009	0.002
ATATP	0.007	0.029	0.002	0.037	0.020	0.017	0.030	0.037	0.017	0.004	0.030	0.018
AZTEK	0.001	0.012	0.001	0.009	0.039	0.002	0.012	0.070	0.020	0.011	0.013	0.005
BINBN	0.066	0.028	0.002	-0.010	0.003	-0.012	-0.010	0.014	0.088	0.002	0.047	0.032
DESPC	0.000	0.015	0.001	0.001	0.011	0.000	0.005	0.119	0.021	0.056	0.008	0.001
DGATE	0.000	0.028	0.002	-0.004	0.009	-0.001	-0.024	0.112	0.022	0.085	0.008	0.000
EDATA	0.002	0.012	0.001	-0.010	0.001	-0.004	-0.008	0.044	0.020	0.004	0.022	0.012
FONET	0.004	0.010	0.001	0.023	0.006	0.024	0.014	0.016	0.032	0.001	0.101	0.076
INDES	0.002	0.006	0.000	0.002	0.085	0.000	0.007	0.103	0.029	0.037	0.009	0.001
INGRM	0.000	0.033	0.002	0.003	0.024	0.001	0.013	0.087	0.013	0.039	0.008	0.001
INTEK	0.000	0.087	0.006	0.045	0.005	0.036	0.080	0.022	0.019	0.005	0.016	0.003
KFEIN	0.005	0.008	0.001	0.026	0.010	0.009	0.023	0.051	0.034	0.005	0.022	0.012
LINK	0.006	0.026	0.002	0.050	0.008	0.034	0.040	0.025	0.018	0.002	0.023	0.013
LOGO	0.001	0.019	0.001	0.008	0.058	0.007	0.012	0.020	0.021	0.004	0.012	0.003

MANAS	0.000	0.009	0.001	-0.014	0.004	-0.024	-0.015	0.010	0.022	0.001	0.015	0.007
MIATK	0.005	0.021	0.001	0.081	0.064	0.069	0.061	0.020	0.010	0.002	0.029	0.018
MTRKS	0.010	0.018	0.001	0.035	0.013	0.010	0.027	0.057	0.078	0.005	0.026	0.016
OBASE	0.002	0.012	0.001	-0.009	0.003	-0.005	-0.009	0.030	0.024	0.003	0.017	0.008
ODINE	0.010	0.043	0.003	0.037	0.019	0.026	0.033	0.024	0.015	0.003	0.024	0.013
PATEK	0.000	0.088	0.006	-0.011	-0.004	-0.009	-0.025	0.022	0.017	0.006	0.012	0.002
PENTA	0.001	0.010	0.001	0.007	0.039	0.001	0.012	0.109	0.021	0.022	0.011	0.003
PKART	0.003	0.023	0.001	0.015	0.005	0.002	0.019	0.105	0.053	0.015	0.021	0.011
REEDR	0.005	0.009	0.001	-0.018	0.023	-0.029	-0.014	0.011	0.009	0.001	0.033	0.020
SMART	0.000	0.013	0.001	0.005	0.005	0.005	0.004	0.017	0.011	0.002	0.031	0.019
VBTYZ	0.002	0.018	0.001	0.004	0.010	0.001	0.005	0.056	0.063	0.008	0.012	0.004
AAI	**0.00**	**0.01**	**0.00**	**-0.02**	**0.00**	**-0.03**	**-0.03**	**0.01**	**0.01**	**0.00**	**0.10**	**0.08**
AI	**0.07**	**0.09**	**0.01**	**0.08**	**0.09**	**0.07**	**0.08**	**0.12**	**0.09**	**0.08**	**0.01**	**0.00**

Ağırlıklandırılmış karar matrisinin hesaplanmasının ardından alternatiflerin fayda derecesi (K_i) denklem (20) ve denklem (21) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}} \tag{20}$$

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}} \tag{21}$$

$$S_i = \sum_{i=1}^{n} v_{ij} \tag{22}$$

Denklem (20), (21) ve (22) kullanılarak elde edilen S_i , K_i^- ve K_i^+ değerleri Tablo 14'te sunulmaktadır.

Tablo 14. Alternatiflerin Hesaplanan S_i , K_i^- ve K_i^+ değerleri

Alternatif	S_i	K_i^-	K_i^+	*Firma*	S_i	K_i^-	K_i^+
ARDYZ	0.17	1.32	0.22	***LINK***	0.25	1.95	0.32
ARENA	0.21	1.67	0.27	***LOGO***	0.17	1.32	0.21
ATATP	0.25	1.98	0.32	***MANAS***	0.02	0.12	0.02
AZTEK	0.19	1.54	0.25	***MIATK***	0.38	3.02	0.49
BINBN	0.25	1.98	0.32	***MTRKS***	0.30	2.35	0.38
DESPC	0.24	1.88	0.31	***OBASE***	0.08	0.62	0.10
DGATE	0.24	1.88	0.31	***ODINE***	0.25	1.99	0.32
EDATA	0.10	0.77	0.12	***PATEK***	0.10	0.81	0.13
FONET	0.31	2.44	0.40	***PENTA***	0.24	1.88	0.31
INDES	0.28	2.24	0.36	***PKART***	0.27	2.17	0.35
INGRM	0.22	1.78	0.29	***REEDR***	0.05	0.40	0.07
INTEK	0.32	2.57	0.42	***SMART***	0.11	0.89	0.14
KFEIN	0.21	1.63	0.27	***VBTYZ***	0.18	1.45	0.24

Bir sonraki aşamada alternatiflerin fayda fonksiyonlarının elde edilmesi amacıyla denklem (23) kullanılmıştır.

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \tag{23}$$

$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-} \tag{24}$$

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1-f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1-f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \tag{25}$$

(23), (24) ve (25) numaralı denklemler kullanılarak elde edilen $f(K_i^-)$, $f(K_i^+)$ ve $f(K_i)$ değerleri hesaplanarak Tablo 15'te sunulmaktadır.

Tablo 15. Alternatiflerin Fayda Fonksiyonları

Alternatif	$f(K_i^+)$	$f(K_i^-)$	$f(K_i)$	*Firma*	$f(K_i^+)$	$f(K_i^-)$	$f(K_i)$
ARDYZ	0.140	0.860	**7.682**	***LINK***	0.140	0.860	**8.409**
ARENA	0.140	0.860	**8.089**	***LOGO***	0.140	0.860	**7.671**
ATATP	0.140	0.860	**8.439**	***MANAS***	0.140	0.860	**6.287**
AZTEK	0.140	0.860	**7.937**	***MIATK***	0.140	0.860	**9.654**

BINBN	0.140	0.860	**8.441**	***MTRKS***	0.140	0.860	**8.876**
DESPC	0.140	0.860	**8.333**	***OBASE***	0.140	0.860	**6.862**
DGATE	0.140	0.860	**8.327**	***ODINE***	0.140	0.860	**8.453**
EDATA	0.140	0.860	**7.034**	***PATEK***	0.140	0.860	**7.085**
FONET	0.140	0.860	**8.983**	***PENTA***	0.140	0.860	**8.328**
INDES	0.140	0.860	**8.745**	***PKART***	0.140	0.860	**8.668**
INGRM	0.140	0.860	**8.212**	***REEDR***	0.140	0.860	**6.612**
INTEK	0.140	0.860	**9.129**	***SMART***	0.140	0.860	**7.176**
KFEIN	0.140	0.860	**8.036**	***VBTYZ***	0.140	0.860	**7.830**

Son aşamada $f(K_i)$'ye göre alternatifler sıralanmış ve optimal alternatifler Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16. Fayda Fonksiyonlarının Nihai Değerleri Ve Sıralaması

Firma	$f(K_i)$	Sıralama	*Firma*	$f(K_i)$	Sıralama
MIATK	9.654	**1**	***INGRM***	8.212	**14**
INTEK	9.129	**2**	***ARENA***	8.089	**15**
FONET	8.983	**3**	***KFEIN***	8.036	**16**
MTRKS	8.876	**4**	***AZTEK***	7.937	**17**
INDES	8.745	**5**	***VBTYZ***	7.830	**18**
PKART	8.668	**6**	***ARDYZ***	7.682	**19**
ODINE	8.453	**7**	***LOGO***	7.671	**20**
BINBN	8.441	**8**	***SMART***	7.176	**21**
ATATP	8.439	**9**	***PATEK***	7.085	**22**
LINK	8.409	**10**	***EDATA***	7.034	**23**
DESPC	8.333	**11**	***OBASE***	6.862	**24**
PENTA	8.328	**12**	***REEDR***	6.612	**25**
DGATE	8.327	**13**	***MANAS***	6.287	**26**

Tablo 16'da fayda fonksiyonlarının nihai değer sıralamaları yapılmıştır. Buna göre MIATK birinci sırada, INTEK ikinci sırada, FONET üçüncü sırada yer almaktadır. Bununla birlikte OBASE yirmi dört, REEDR yirmi beş, MANAS ise yirmi altıncı sırada yer almaktadır.

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilişim ve yazılım sektörü, teknolojinin hız kazanması ve yaşamın her alanında yer bulmasıyla birlikte dikkat çeken sektörlerin başında gelmeye başlamıştır. Ekonomik süreçlerdeki tüm sektörler için de adeta lokomotif bir sektör olmaya aday olan bilişim sektörünün faaliyetleri, sanayiden bankacılığa hem üretim hem de hizmet sektöründe iş süreçlerinin neredeyse bütününde yerini bulmaktadır. Hem hanehalkı hem de sektörel boyutta iş süreçlerindeki kullanım alanıyla, mikro ve makro düzeydeki ekonomik göstergeleri etkileme boyutunun da göz ardı edilemez düzeyde olduğunu ifade etmek mümkündür. Dolayısıyla bilişim ve yazılım sektöründeki firmaların finansal performansı hem finans hem de ekonomik göstergeler için önem arz eden bir husus haline gelmiştir. Bu bağlamda çalışmada, BIST' de işlem gören bilişim ve yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performansının incelenmesi amaçlanmıştır. Firmaların 2024 yılı finansal performans göstergeleri çok kriterli karar verme teknikleri ile incelenmiştir. Standart sapma temelli olarak MAIRCA ve MARCOS yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada elde edilen bulguların karşılaştırmalı olarak ele alınması amaçlanmıştır.

Çalışmada firmaların finansal performansının değerlendirmesinde literatürde en fazla kullanılan finansal performans göstergelerinden faydalanılmıştır. 12 farklı göstergenin kullanıldığı çalışmada firmalara ait nakit oranı, piyasa değeri/defter değeri, likidite oranı, aktif karlılık oranı, faiz ve vergi öncesi kar, net kar marjı, özsermaye karlılığı, aktif devir hızı, alacak devir hızı, özsermaye devir hızı, kaldıraç oranı ve borç-öz sermaye oranı verilerinden faydalanılmıştır.

Çok kriterleri karar verme tekniklerinin uygulanmasında firmalar alternatif, finansal performans göstergeleri ise kriterler olarak ele alınmıştır. Dolayısıyla çalışmada 26 alternatif 12 kriter kapsamında ele alınmıştır. Çalışmanın uygulama sürecinde yöntemlerin uygulama aşamasına geçilmeden önce kriterlerin önem ağırlığının tespit edilmesi gerekmektedir. Kriterlerin önem ağırlığının doğru bir şekilde tespit edilmesi kullanılan yöntemlerden elde edilen bulguların da sağlıklı olmasında önemli bir husustur. Kriterlerin önem ağırlığının tespit edilmesinde, sübjektif metotların yanı sıra objektif metotlar da kullanılmaktadır. Bu çalışmada, kriterlerin objektif belirlenmesinin bulguların objektifliğine katkı sağlayacağı görüşünden hareketle Standart Sapma (SD) yönteminden faydalanılmıştır. Elde edilen bulgular MAIRCA ve MARCOS yöntemlerinin her ikisinde de kullanılmıştır. Standart sapma yönteminden elde edilen bulgular çalışmada kullanılan kriterden aktif devir hızının (0.119), en yüksek öneme sahip olduğu, likit oranın (0.064) ise en az düzeyde öneme sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak önem ağırlığı değerleri açısından kriterler arasındaki farkın yüksek olmadığını ifade etmek gerekir. Dolayısıyla standart sapma yönteminde bilişim ve yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmalarda finansal performans göstergesi olarak ağırlığı yüksek finansal kalemler de ortaya koyulmuştur.

Bilişim ve yazılım sektöründeki 26 firmanın finansal performansı çok kriterli karar verme tekniklerinden ilk olarak MAIRCA yöntemi ile sıralamaya tabi tutulmuştur. Yöntemin uygulama sürecinde teorik, gerçek derecelendirme ve boşluk matrisi hesaplanarak, kriter fonksiyonlarının nihai değerleri belirlenmiştir. Elde edilen optimal alternatif değerine göre firmalar sıralanmıştır. Yöntemden elde edilen bulgulara göre finansal performans sıralamasında birinci sırada Bin Ulaşım ve Akıllı Şehir Teknolojileri A.Ş.yer almaktadır. İkinci sırada Mia Teknoloji A.Ş., üçüncü sırada Matriks Finansal Teknolojiler A.Ş. yer almaktadır. Yirmi altıncı olan son sırada ise, Manas Enerji Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş. yer almaktadır.

Bilişim ve yazılım sektöründeki firmalar çok kriterli karar verme tekniklerinden MARCOS yöntemine de tabi tutulmuştur. Yöntemin işlem adımları sürecinde genişletilmiş, normalize edilmiş ve ağırlıklandırılmış matrisler hesaplanmıştır. Ayrıca alternatiflerin fayda derecesi ve fayda fonksiyonu tespit edilerek firmalar (alternatifler) sıralanmıştır. Buna göre, birinci sırada Mia Teknoloji A.Ş., ikinci sırada İnnosa Teknoloji A.Ş, üçüncü sırada Fonet Bilgi Teknolojileri A.Ş yer almaktadır. Manas Enerji Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş ise yirmi altıncı sırada yer almıştır.

Küreselleşen dünyada rakipleri karşısında ayakta kalmak isteyen firmaların veya sektörlerin finansal performanslarını sürekli olarak ölçmeleri ve elde edilen sonuçları objektif olarak değerlendirmeleri gerekmektedir. Böylece firmalar içinde bulundukları sektörde hangi konumda olduklarını görebilir ve ihtiyaca göre de gerekli olan tedbirleri alabilir. Ayrıca, analiz edilen sektörlerin finansal performansının ortaya koyulması sektör paydaşları, hissedarlar, yöneticiler ve müşteriler açısından çeşitli finansal kararların alınmasında belirleyici olabilir. Çalışma kapsamında kullanılan kriterler, incelenen dönem ve kullanılan yöntemler çalışmanın aynı zamanda kısıtını oluşturmaktadır. Dolayısıyla gelecekte yapılan çalışmalarda Vikor, Gri İlişkisel Analiz, Topsis gibi farklı çok kriterli karar verme teknikleri kullanılabilir ve Entropi, CRITIC, IDOCRIW gibi farklı ağırlıklandırma yöntemlerinden faydalanılabilir. Bununla birlikte firmaların farklı yıllar kapsamındaki finansal verileri de dikkate alınarak yıllar itibariyle karşılaştırmalı analizlerin yapılması da mümkün olabilir.

Kaynakça

Aktaş, Ö. (2022). BİST'de İşlem Gören Bilişim Sektörü Şirketlerinin Pandemi Öncesi ve Pandemi Dönemi Finansal Performanslarının Promethee Yöntemi İle Ölçülmesi, *İşletme,* 3(2), 15-31.

Álvarez, C., Rodríguez, V., Ortega, F., & Villanueva, J. (2015). A Scorecard Framework Proposal for Improving Software Factories' Sustainability: A Case Study of a Spanish Firm in the Financial Sector. *Sustainability*, *7*(12), 15999-16021.

Aytekin, S., & Güler Özçalık, S. (2018). Borsa İstanbul Teknoloji ve Bilişim Endeksi firmalarında Ar-Ge harcamaları ve finansal performans ilişkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 6(ICEESS' 18), 67–73.

Chen, K.H., & Shimerda, T.A. (1981). An Empirical Analysis of Useful Financial Ratios. *Financial Management,* 10(1), 51-60.

Cheng, C. H., Chen, C. T., & Huang, S. F. (2012). Combining fuzzy integral with order weight average (OWA) method for evaluating financial performance in the semiconductor industry. *African Journal of Business Management*, *6*(21), 6358.

Deng, Y., Chan, F. T., Wu, Y., & Wang, D. (2011). A new linguistic MCDM method based on multiple-criterion data fusion. *Expert systems with Applications*, *38*(6), 6985-6993.

Doğan, A., & Calp, M. H. (2019). *Borsa İstanbul'da işlem gören bilişim sektörü şirketlerinin performans ölçümü*. UBAK Uluslararası Bilimler Akademisi 2019 Sosyal Bilimler Tam Metin Kitabı içinde (ss. 401–413).

Dong, J. Y., Chen, Y., & Wan, S. P. (2018). A cosine similarity based QUALIFLEX approach with hesitant fuzzy linguistic term sets for financial performance evaluation. *Applied Soft Computing*, *69*, 316-329.
Ghosh, S., & Mondal, A. (2009). Indian software and pharmaceutical sector IC and financial performance. *Journal of intellectual capital*, *10*(3), 369-388.

Gök-Kısa, A. C., & Perçin, S. (2018). Bütünleşik Entropi Ağırlık-VIKOR yöntemi ile bilişim teknolojisi sektöründe performans ölçümü. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 14*(1), 1–14.

Karaçayır, E. (2024). BIST Bilişim Endeksine kayıtlı firmalarda kur riski ve finansal performans ilişkisi**.** *Doğuş Üniversitesi Dergisi, 25*(1), 183–194.

Kılıç, M. (2020). BIST bilişim sektöründeki firmaların Ar-Ge harcamalarının finansal performans üzerindeki etkisi. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 49(2), 219–234

Konak, F., & Ayan Civelek, S. (2021). Veri zarflama analizi ve TOPSIS yöntemi ile finansal performans değerlendirmesi: BİST teknoloji endeksi uygulaması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(4), 3110–3131.

Lam, W. S., Lam, W. H., Jaaman, S. H., & Liew, K. F. (2021). Performance evaluation of construction companies using integrated entropy–fuzzy VIKOR model. *Entropy*, *23*(3), 320.
Malichová, E., & Ďurišová, M. (2015). Evaluation of financial performance of enterprises in IT sector. *Procedia Economics and Finance*, *34*, 238–243.

Mota, P., Campos, A. R., & Neves-Silva, R. (2013323330323233). First look at MCDM: Choosing a decision method. *Advances in Smart Systems Research*, *3*(1), 25.

Öndeş T. & Özkan T. (2021). Bütünleşik CRITIC-EDAS yaklaşımıyla Covid-19 pandemisinin bilişim sektörü üzerindeki finansal performans etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi,* 12(2), 506-522.

Pala, F. (2023). BİST teknoloji ve bilişim sektöründe işlem gören şirketlerin finansal performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri ile ölçülmesi ve yöntemlerin karşılaştırılması. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi,* 8(1), 121–155.
Sakarya, Ş., & Erayman, Ç. (2022). Nakit akış tablosuna dayalı finansal oranlar ve Promethee yöntemi ile finansal performans analizi: BIST bilişim sektöründe bir uygulama. *Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6*(1), 51-78.

Sakarya, Ş., & İlkdoğan, S. (2022). BIST bilişim sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin finansal performanslarının nakit akış oranları kapsamında CRITIC temelli TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi (PIAR), 9*(2), 421–445.

Şahin, M. (2022). Güncel ve Uygulamalı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Nobel Yayınevi, 2. Basım, Ankara

Tüminçin, K.,Öztel, A.&Korkmaz, K.(2022).Entropi Tabanlı PROMETHEE Yöntemi ile Covid-19 Pandemisinin Finansal Performans Üzerindeki Etkisinin Araştırılması: Bilişim Sektörü Örneği, *Yönetim, Ekonomi, Edebiyat, İslami ve Politik Bilimler Dergisi*,7(2):49-92. .

Uygurtürk, H., & Yıldız, İ. (2021). *İşletmelerin etkinlikleri ile finansal performansları arasındaki ilişki: Bilişim sektörü üzerine bir araştırma***.** Verimlilik Dergisi, *(1)*, 3–15.

Yalçın, N., Bayrakdaroğlu, A., & Kahraman, C. (2012). Application of fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methods for Financial Performance Evaluation of Turkish Manufacturing Industries. *Expert Systems with Applications*, 31(1), 350-364.

Yalçın, N., & Ünlü, U. (2018). A multi-criteria performance analysis of Initial Public Offering (IPO) firms using CRITIC and VIKOR methods. *Technological and Economic development of Economy*, *24*(2), 534-560.

Yerdelen Kaygın, C. (2020). BİST Bilişim Sektöründe İşlem Gören Şirketlerin Finansal Performanslarının Multimoora Yöntemleri ile Ölçümü**.** *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 22*(3), 529–546.

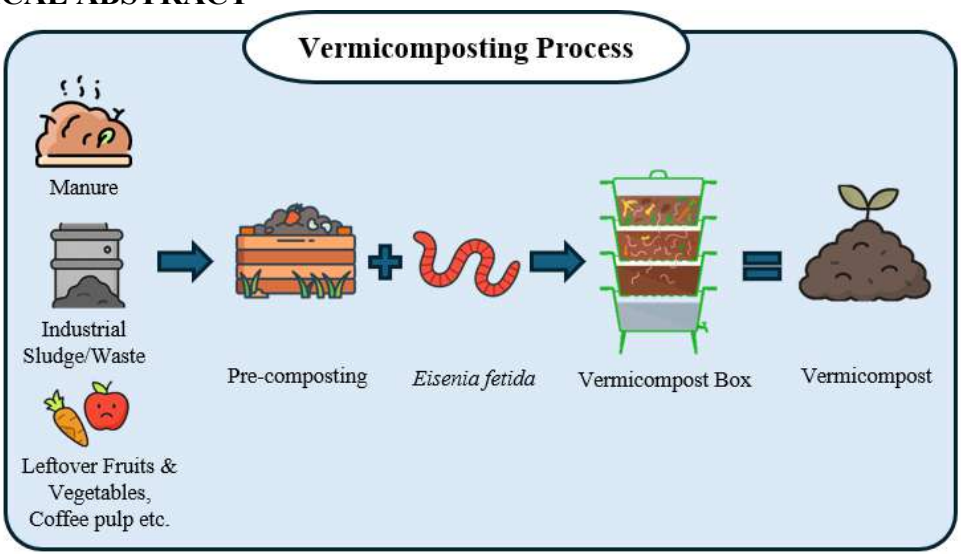
Yılmaz Türkmen, S., & Çağıl, G. (2012). İMKB'ye kote bilişim sektörü şirketlerinin finansal performanslarının TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi**.** *Maliye Finans Yazıları*, 26(95), 59–78.

OPTIMIZATION OF THE INDUSTRIAL TREATMENT SLUDGE USE IN VERMICOMPOST PRODUCTION

OPTIMIZATION OF THE INDUSTRIAL TREATMENT SLUDGE USE IN VERMICOMPOST PRODUCTION

Hüdaverdi ARSLAN
Asst. Prof. Dr., Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, ORCID:0000-0002-3053-6944
Anıl Erdağ NOMER
PhD Candidate, Mersin University, Department of Nanotechnology and Advanced Materials, ORCID:0000-0002-8997-6936
Sena Nur DEMİREL
MSc Student, Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, ORCID:0000-0003-1956-8846
Nadir DİZGE
Prof. Dr., Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, ORCID:0000-0002-7805-9315
Mutlu YALVAÇ
Assoc. Prof. Dr., Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, ORCID:0000-0002-1281-5712

GRAPHICAL ABSTRACT



ABSTRACT

In this study, the optimization of the usage rates of Industrial Treatment Sludge (ITS) in vermicompost production was aimed. The sludge formed in wastewater treatment plants contains high amounts of organic matter. However, the direct application of Industrial Treatment Sludge to agricultural soils poses significant environmental risks due to its heavy metal and pathogen content. Therefore, its use is restricted or prohibited under current regulations, and safe disposal is mandatory. Thus, the incorporation of treatment sludge into vermicompost production is increasingly regarded as a sustainable recycling strategy within circular agriculture and industrial resource management. In this study, three experimental

groups were established by blending animal manure, organic waste (banana, apple, cardboard, carrot, and coffee pulp), and industrial treatment sludge at different proportions. *Eisenia fetida* earthworms were added to the mixtures to initiate the vermicomposting process, and the system was monitored over a 50-day period. To monitor the optimal living conditions for *Eisenia fetida*, ambient and vermicompost bed temperatures were measured daily, while pH and electrical conductivity (EC) were monitored at regular intervals. The progression of the vermicomposting process was evaluated based on the obtained data. According to the results obtained, the approach of electrical conductivity and pH values to the pH and electrical conductivity values of mature vermicompost was evaluated. From a physicochemical perspective, the feasibility of monitoring the process through electrical conductivity and pH parameters was evaluated. According to the results obtained, a decrease in electrical conductivity was observed during the vermicomposting process. This situation, when compared with the literature, indicates that the vermicompost progressed toward maturity. pH values showed only slight variations of around ± 0,1, consistently remaining within the range suitable for optimal *Eisenia fetida* performance. Temperature values have been observed to be at an optimal level for *Eisenia fetida* life.
Keywords: *Eisenia fetida*, Industrial Treatment Sludge, Optimization, Organic Waste Management, Vermicompost.

1. INTRODUCTION

Treatment sludge produced by wastewater treatment facilities is regarded as an agriculturally valuable resource because of its richness in organic matter, nitrogen, phosphorus, and essential micronutrients. However, the direct application of these sludges to soils poses environmental and health risks due to the presence of heavy metals, pathogenic microorganisms, pharmaceutical residues, and other toxic components. **(Edwards et al., 2010)**. Buta et al. **(2021)**, investigated the levels of both heavy metals and organic contaminants in treatment sludge to assess their suitability for agricultural use. Delibacak et al. **(2020)**, evaluated the agricultural application of treatment sludges within the context of Turkey. In addition to highlighting the benefits, they drew attention to the risks associated with pathogens, heavy metals, and organic contaminants. Reilly **(2001)**, adopted a critical perspective on the direct application of treatment sludge to agricultural soils, emphasizing the potential spread of pathogens and the risks of environmental transfer.

For these reasons, and based on research findings, developing alternative disposal and recovery methods that transform treatment sludge into useful products without harming the environment is critical for sustainable waste management.

In the context of sustainable and environmentally friendly management of industrial treatment sludge, composting and vermicomposting are widely recommended biological processes for recovering, stabilizing, and converting organic wastes into valuable soil conditioners. **(Domínguez et al., 1997; Lee et al., 2018; Gómez-Roel et al., 2024)**. López-González et al. **(2021)**, presented a comprehensive study investigating large-scale composting applications of treatment sludge, composting methodologies, microbial community dynamics, and the stabilization process. The study also mentions the risks of applying treatment sludge directly to the soil and the alternative of biological treatment.

In nature, earthworms are one of the organisms that play an important role in sustaining plant life by utilizing soil and organic matter. In recent years, vermicomposting studies using certain types of worms have become widespread. In this study, *E. fetida*, one of the most commonly used species, was utilized. Vermicomposting is an environmentally friendly and natural process based on the biological decomposition and stabilization of organic wastes through soil-dwelling earthworms such as *E. fetida*. **(Yadav & Garg, 2011a)**. In this process, *E. fetida* earthworms ingest organic material and transform it through both biochemical and

physical mechanisms, ultimately producing vermicompost-a stable, nutrient-rich, and low-pathogen final product. **(Edwards et al., 2010)**. In the literature, it is commonly reported that agricultural and industrial wastes-particularly poultry manure-are first subjected to composting and subsequently processed through vermicomposting using *E. fetida*. Furthermore, vermicomposting has been highlighted for its benefits in stabilizing organic matter and improving hygienic quality by reducing pathogens. **(Masin et al., 2020)**. Kapila et al. **(2021)** assessed the microbiological quality and pathogen content of vermicomposts produced using *E. fetida* from various organic waste sources. The results indicate that vermicompost produced under optimal conditions may exhibit low pathogen levels.

Physical parameters such as temperature, pH, and electrical conductivity are considered key indicators for assessing both microbial activity and earthworm metabolism during the vermicomposting process. Changes in these parameters over time offer valuable information regarding the biological stabilization and maturity of organic matter. As reported by Tognetti et al. **(2005)**, the stabilization of pH and electrical conductivity values at the end of the process indicates the formation of mature vermicompost. During vermicomposting, changes in pH and electrical conductivity (EC) are considered key maturity indicators reflecting the biological decomposition dynamics of organic matter. During the progression of the vermicomposting process, the decline in microbial activity leads to pH stabilization within a defined range and the establishment of steady electrical conductivity (EC), signifying the stabilization of organic matter and the formation of mature vermicompost. Furthermore, several studies emphasize that the lack of significant fluctuations in pH and EC values during the final stages of vermicomposting is considered an important indicator of maturity and stability. **(Suthar, 2009; Lim et al., 2015; Atiyeh et al., 2000)**.

In this study, temperature, pH, and electrical conductivity variations were monitored in vermicomposting mixtures containing different proportions of industrial treatment sludge, and the optimal utilization rate of the sludge, the suitable living conditions for *E. fetida*, and the ability of sludge-based bedding materials to complete the vermicomposting process were assessed.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

For the optimization of industrial treatment sludge in vermicomposting, an organic mixture composed of feed materials preferred by earthworms-prepared as a blend of %50 cow manure and %50 plant-based waste-was formulated, as recommended in the literature **(Balachandar et. al, 2021; Dume et. al, 2023)**. Accordingly, in this study, the feedstock was prepared using a mixture of %50 animal manure and %50 organic residues, including banana, apple, carrot, cardboard, and coffee grounds.

Industrial treatment sludge was then added to this mixture at different proportions (%75, %50, and %25), and three experimental groups were prepared. During the experimental phase, aerobic industrial treatment sludge sourced from a fruit juice and concentrate manufacturing plant in Mersin was utilized. Organic materials were obtained from local businesses selling coffee and fresh fruit juice. *Eisenia fetida* was selected as the earthworm species for this study because of its wide temperature tolerance range, efficient bioconversion capability, and rapid reproduction rate. **(Singh et al., 2017; Yatoo et al.,2022)**.

For each experimental box, the prepared mixtures were placed (5 kg), and 250 grams of mature *Eisenia fetida* worms were added. In this process, laboratory-scale vermicompost box were used as experimental units. Experimental boxes were prepared in accordance with the industrial treatment sludge (ITS) content, consisting of experimental units containing %75 ITS, %50 ITS, and %25 ITS.

2.2. Experimental Procedure

The experimental process was carried out in June 2025 at the Environmental Engineering Laboratory of Mersin University (Mersin, Turkey), under dark conditions in a climate-controlled environment maintained at 25 °C. The prepared organic matter and industrial treatment sludge mixtures were subjected to a pre-composting process for 10 days. During the pre-composting process, each pile was aerated by mixing whenever it reached a critical temperature, with temperature being continuously monitored. This prevented the development of anaerobic conditions within the piles **(Gunadi et al., 2002)**. Vermicomposting was carried out for a duration of 50 days. Ambient and experimental box bed temperatures were measured twice daily, in the morning and afternoon. pH and electrical conductivity (EC) values were recorded every 10 days, starting from day 1. **Figure-1** illustrates the schematic workflow for vermicomposting material preparation, pre-composting, and maturation of vermicompost.

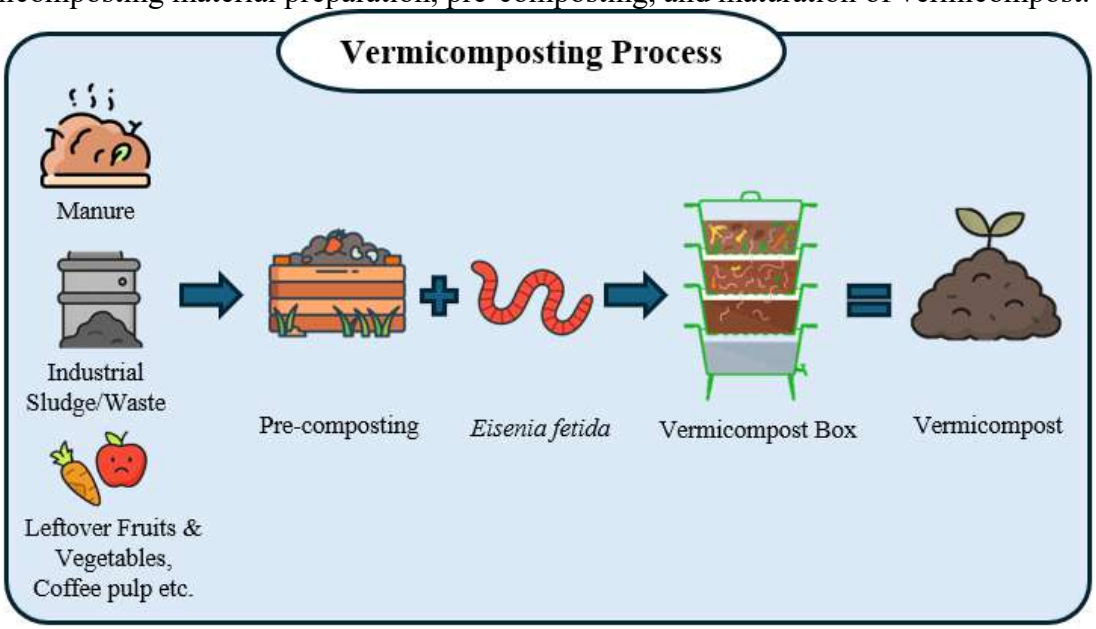


Figure-1 Vermicomposting Process

2.3. Methods of Analysis

Ambient temperature and the temperature of the materials in the experimental boxes were measured using a thermometer. Samples for pH and electrical conductivity (EC) analyses were prepared using a 1:10 (sample:distilled water) suspension method **(Yadav & Garg, 2019)**. After being weighed and prepared, the samples were shaken on an orbital shaker at 125 rpm for 12 hours. Subsequently, pH and electrical conductivity (EC) measurements were performed sequentially in the liquid phase. "Stuart Biolab SSL1" brand model was used as the orbital shaker. "OHAUS Aquasearcher" was used as pH device. "Hach HQ40D" Digital multimeter was used as the electrical conductivity device. pH analysis was performed following the TS ISO 10390 standard, while electrical conductivity (EC) analysis was conducted according to the TS ISO 11265 standard. Obtained data were recorded in Microsoft Excel, and the corresponding graphs were subsequently generated.

3. RESULTS AND DISCUSSION

As a result of the study, changes in temperature, pH, and electrical conductivity (EC) were monitored throughout the vermicomposting process.

3.1. Temperature Values

Yadav and Garg **(2011b)** reported that the optimal temperature range for earthworms during vermicompost production is 12-28 °C. To maintain system activity, the temperature should be kept above 10 °C during winter and below 35 °C during summer **(Ismail, 1997)**. Vermicompost production activity of earthworms is significantly influenced by the temperature of the bedding material. If the temperature in a vermicomposting system is too low, the metabolic activity of the earthworms decreases, preventing them from feeding and reproducing. When the temperature reaches 35 °C or higher, earthworm metabolic activity declines, reproduction ceases, and mortality rates increase (**Yadav & Garg, 2011b)**. In this study, the laboratory ambient temperature was observed to range between 24-27 °C during the first 15 days of the experiment and averaged 25-25,5 °C for the remaining period.

Temperatures of the experimental box beds were measured twice daily, in the morning and afternoon, throughout the 50-day experimental period. Average temperatures were recorded. Within the organic mixtures, it was observed that as the proportion of industrial treatment sludge increased, the bed temperature tended to be slightly lower compared to the other boxes. Experimental results are shown in **Figure-2**. For the %75 ITS, the bed temperature was measured at 25,8 °C on day 1 and 25,5 °C on day 50. Graph is shown in **Figure-3**. For the %50 ITS, the bed temperature was measured at 26,3°C on day 1 and 25,5°C on day 50. Graph is shown in **Figure-4**. For the %25 ITS, the bed temperature was measured at 26,5 °C on day 1 and 25,5 °C on day 50. Graph is shown in **Figure-5**. As a result of the experiment, the bed temperatures in the experiment boxes remained within optimal ranges for earthworm reproduction, sustained biological activity, and vermicompost maturation, thereby providing suitable living conditions for the worms.

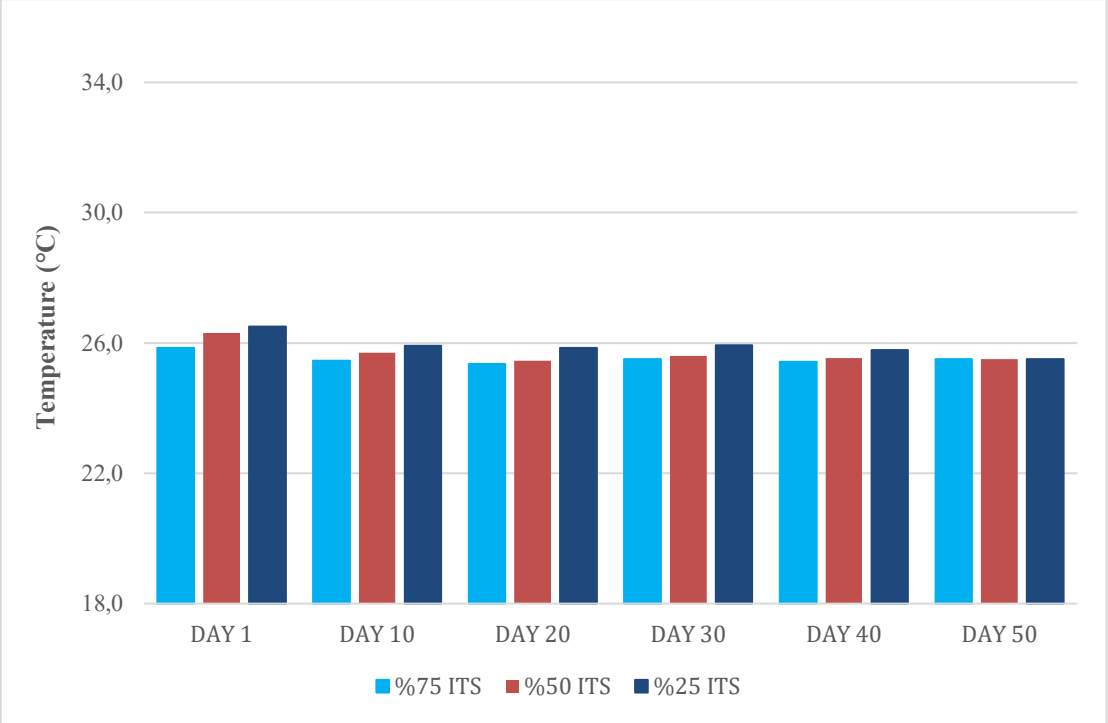


Figure-2 Average Temperature (°C) Data

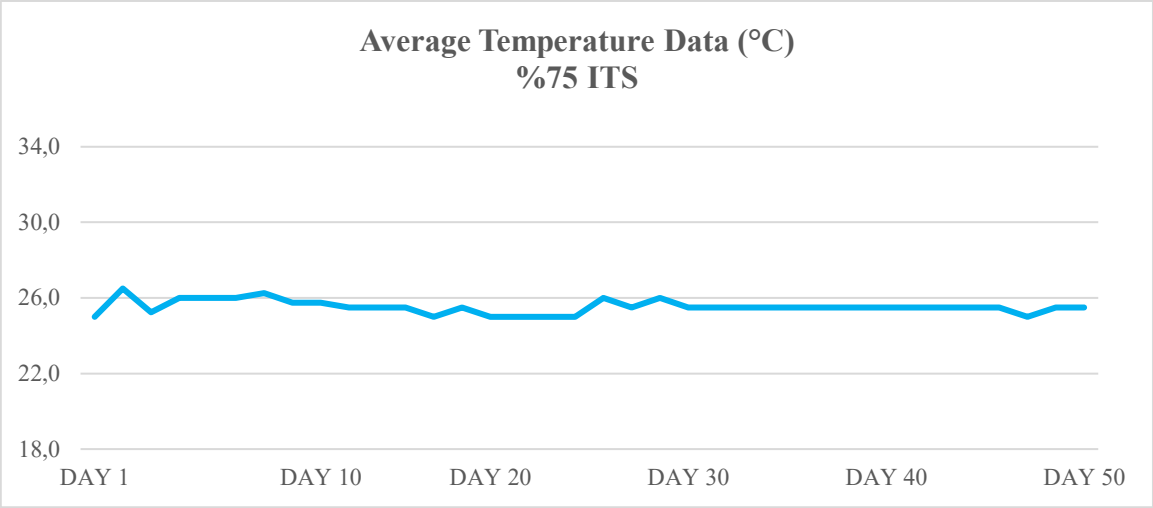


Figure-3 Average Temperature Data, %75 ITS

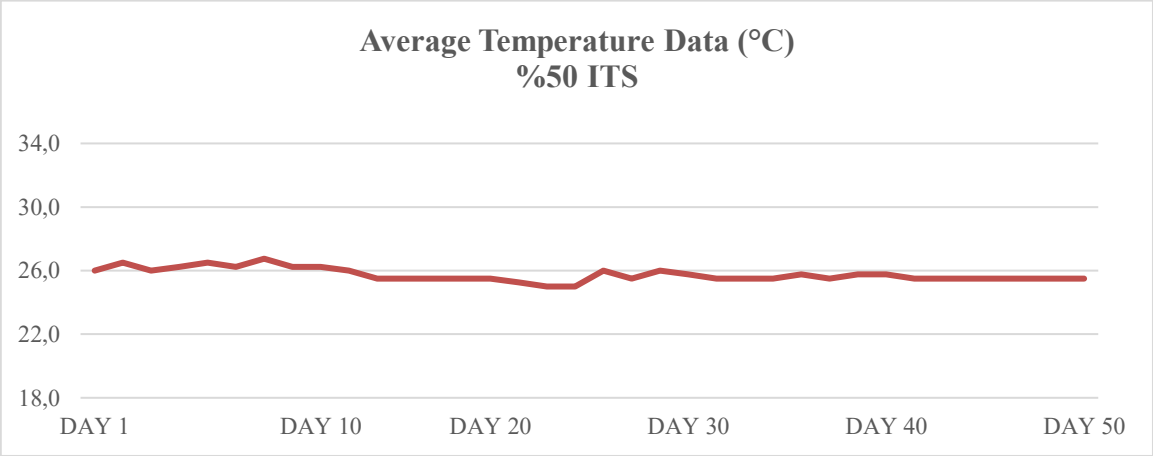


Figure-4 Average Temperature Data, %50 ITS

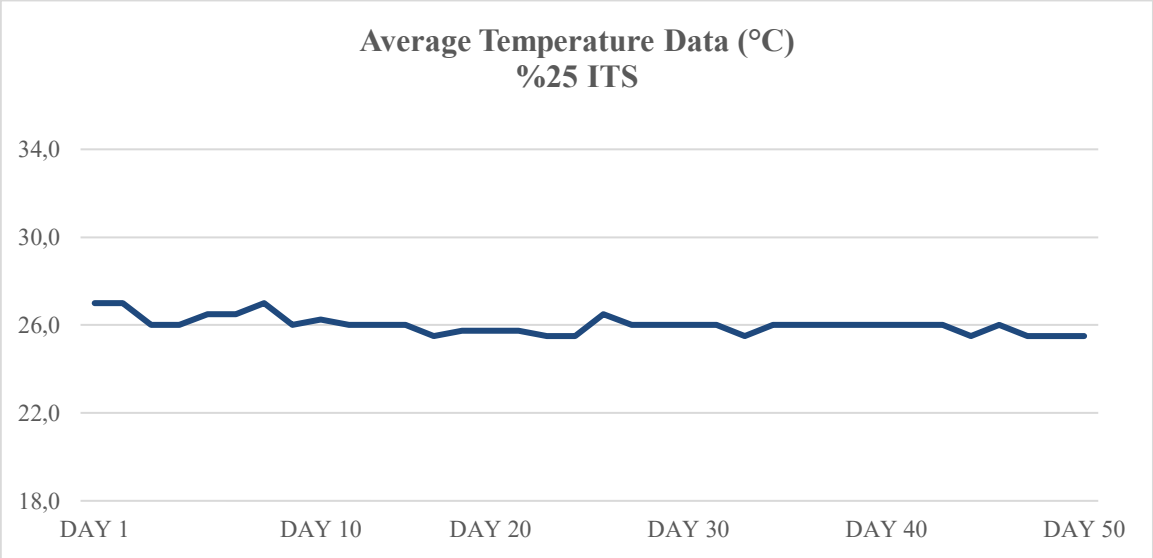


Figure-5 Average Temperature Data, %25 ITS

3.2. pH Values

One of the most critical parameters determining the agricultural applicability of vermicompost is its pH value. Numerous studies have reported that vermicompost typically falls within a slightly acidic to neutral or slightly alkaline pH range, which is highly compatible with the requirements of many cultivated plant species. For example, Atiyeh et al. **(2000)** and Suthar

(2009) indicated that mature vermicompost generally stabilizes within a pH range of 6-8, which is regarded as optimal for plant development. Similarly, Lim et al. **(2015)** emphasized that the pH in vermicompost obtained from palm oil industry waste remained around 7 after stabilization, and this was "the safe application range for many agricultural plants". In line with these findings in the literature, it is suggested that the pH of vermicompost should be within the range of approximately 6-8,5 to enhance plant compatibility in agricultural soil applications. This range supports both microbial stability and the availability of nutrients for plant utilization.

According to Gupta and Garg **(2009)**, maintaining the pH between 7,2 and 7,8 results in the highest biomass gain in *Eisenia fetida*. Other studies in the literature indicate that maintaining the pH of the system within approximately 6,5-8,5 is important for achieving optimal biomass growth in *Eisenia fetida*. It has been reported that this range, especially when the pH is approximately 7, ensures optimal activity and production of earthworms. **(Suthar 2009; Raza 2019)**.

The stability of pH values within 7-8 in mature vermicompost has been highlighted. **(Tognetti et al., 2005)**. Nunes et al. **(2016)** reported initial pH values of 8,5-8,7 at the beginning of their vermicomposting study. However, by day 135 of the vermicomposting process, they observed that earthworm activity had lowered the pH values to 7,67 / 8,08 / 8,26 / 8,57. They attributed these decreases to the biological conversion of organic matter in the waste mixtures into organic acids through microbial activity. These results indicate that earthworm activity begins to adjust the pH values toward the ideal range, thereby promoting the maturation of vermicompost.

In this study, for the %75 ITS, pH value was measured at "7,32" on day 1 and "7,61" on day 50. Process and pH values are shown in **Figure-6**. For the %50 ITS, pH value was measured at "7,36" on day 1 and "7,64" on day 50. Process and pH values are shown in **Figure-7**. For the %25 ITS, pH value was measured at "7,42" on day 1 and "7,69" on day 50. Process and pH values are shown in **Figure-8**. Throughout the experiments, pH values generally increased with minor fluctuations. This increase was interpreted as an indicator of vermicompost maturation. During the process, the measured pH values remained within ranges considered ideal for earthworm survival and biological activity.

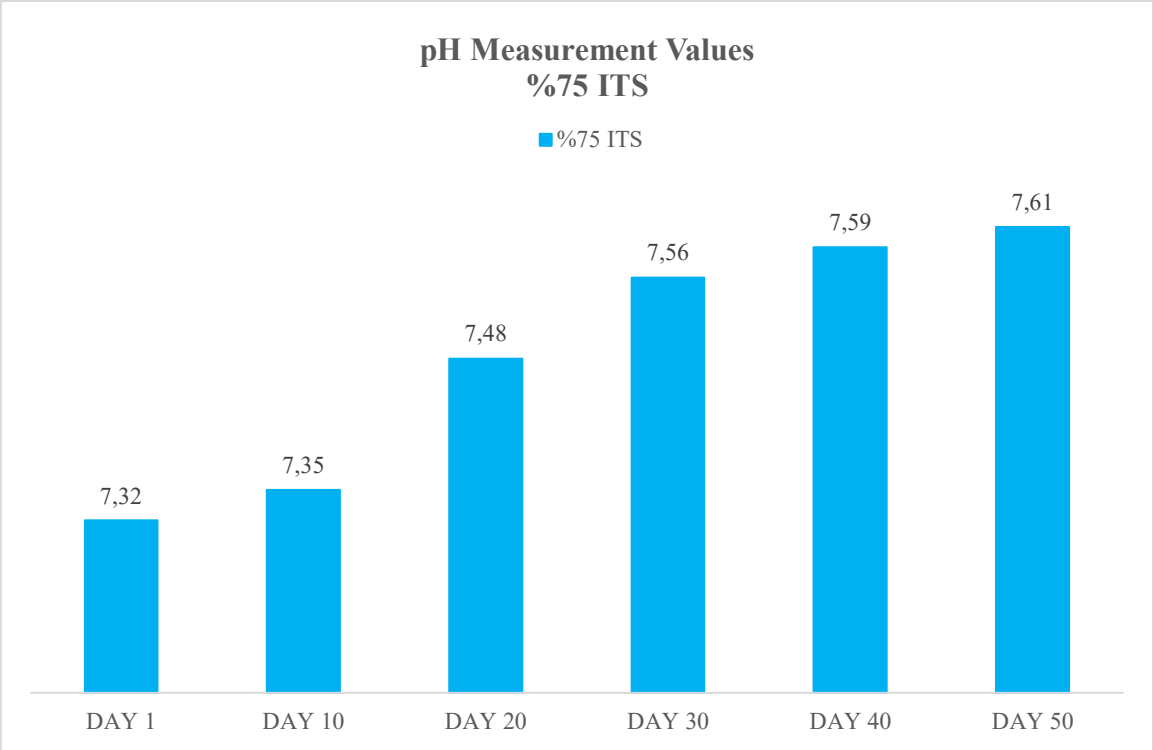


Figure-6 pH Measurement Values, %75 ITS

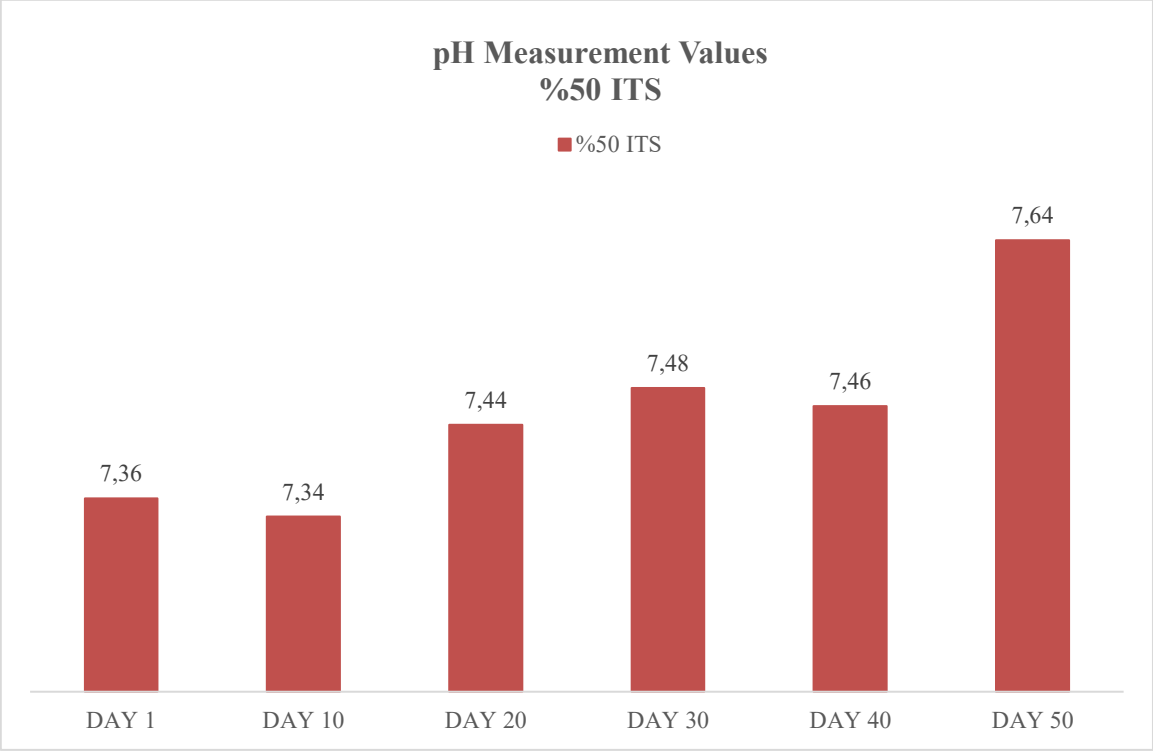


Figure-7 pH Measurement Values, %50 ITS

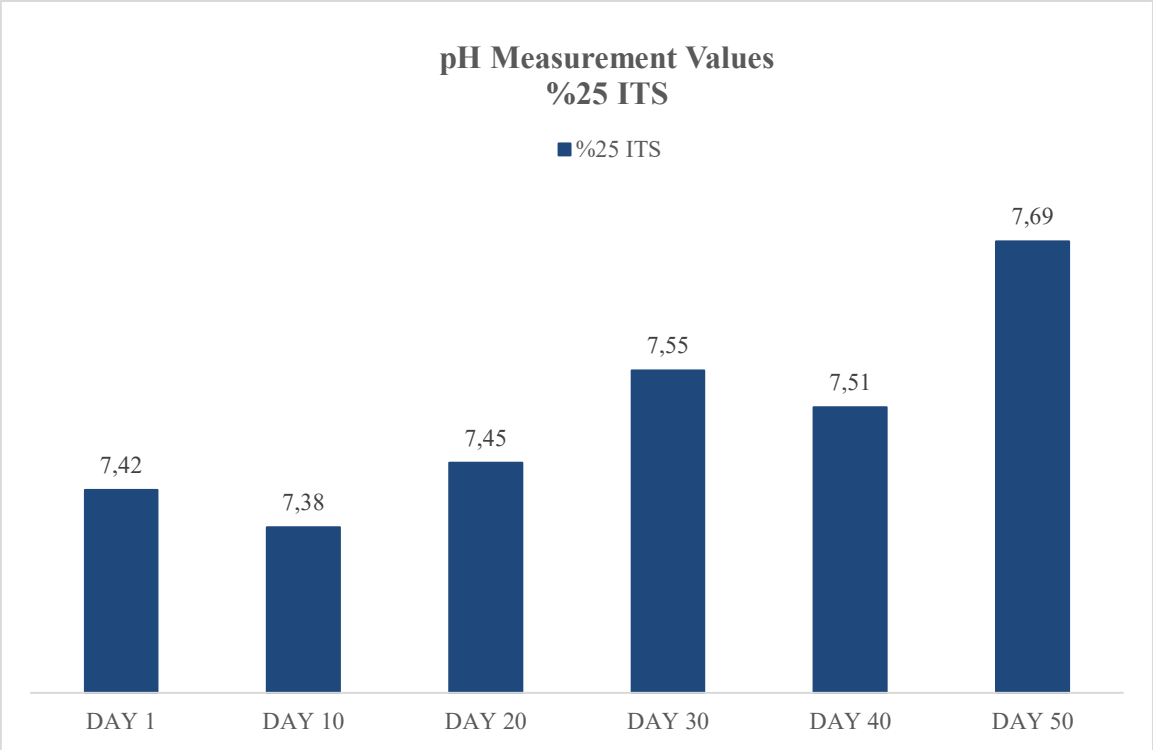


Figure-8 pH Measurement Values, %25 ITS

3.3. Electrical Conductivity (EC) Values

Lasaridi et al. **(2006)** suggested that the maximum tolerance limit of plants to electrical conductivity when applying earthworm manure to soil is 4.0 dS/m (4000 µS/cm). This value is considered the safe threshold for the agricultural application of organic fertilizers. Yadav and Garg **(2011c)** indicated that the gradual decrease in electrical conductivity over time serves as an indicator of vermicompost maturation and ionic balance. Suthar **(2009)** considers the decline in electrical conductivity during vermicomposting as a critical parameter, reflecting reduced salt toxicity and the production of a plant-friendly product. Additionally, the reduction of soluble salts is described as a key indicator of vermicompost maturation. Gupta and Garg **(2009)** explained the decrease in electrical conductivity by associating it with heavy metal binding, ion uptake, and earthworm biomass formation. They presented the decrease in electrical conductivity as one of the physical maturity criteria in vermicomposting. In the experimental results, for the %75 ITS, EC was measured at "1722 µS/cm" on day 1 and "1106 µS/cm" on day 50. Process and EC values are shown in **Figure-9**. For the %50 ITS, EC was measured at "2068 µS/cm" on day 1 and "1519 µS/cm" on day 50. Process and EC values are shown in **Figure-10**. For the %25 ITS, EC was measured at "2770 µS/cm" on day 1 and "1952 µS/cm" on day 50. Process and EC values are shown in **Figure-11**. At the conclusion of the experiments, EC values decreased significantly in all experiment boxes. These decreases in electrical conductivity were interpreted as an indicator of vermicompost maturation. Additionally, these values remained within ranges considered ideal for earthworm survival and biological activity. The observed decrease in electrical conductivity is consistent with the characteristics of mature vermicompost reported in the literature **(Tognetti et al., 2005)**.

Additionally, in the %25 ITS experimental box, the initial electrical conductivity was higher due to the greater proportion of animal manure and organic residues (%75) in the mixture. Yadav and Garg **(2011c)** reported that vermicomposts containing high concentrations of cow manure exhibited elevated electrical conductivity values. They explained this by the high mineralization rate and salt formation in cow manure. In the experimental boxes, it was also

observed in this study that as the proportion of industrial treatment sludge increased, electrical conductivity values decreased proportionally, yielding results consistent with the literature.

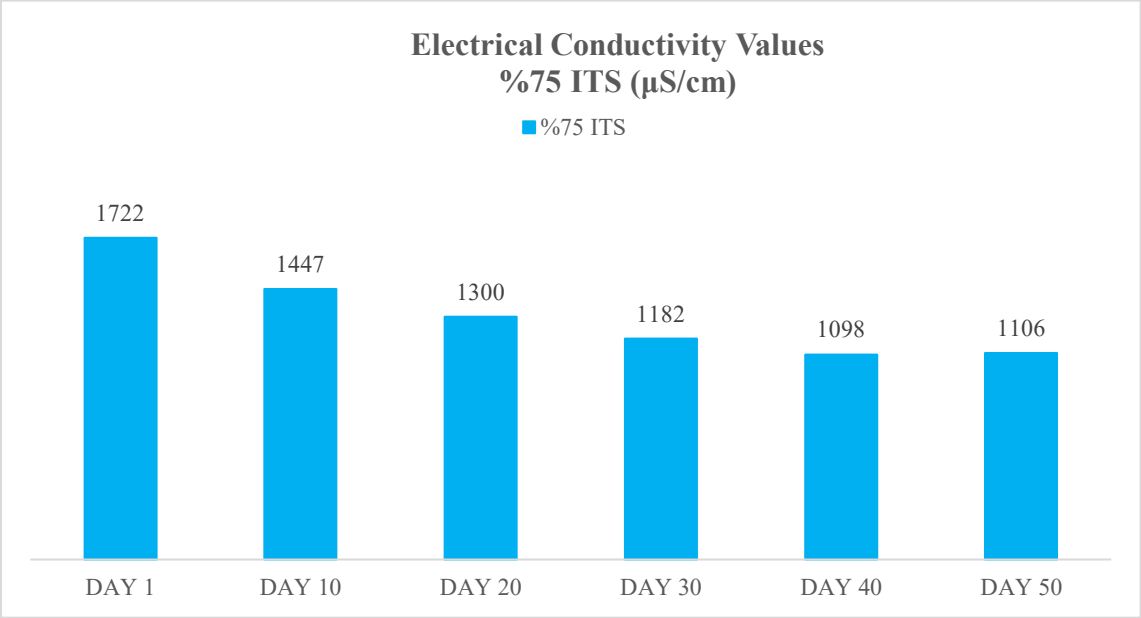


Figure-9 Electrical Conductivity Values, %75 ITS

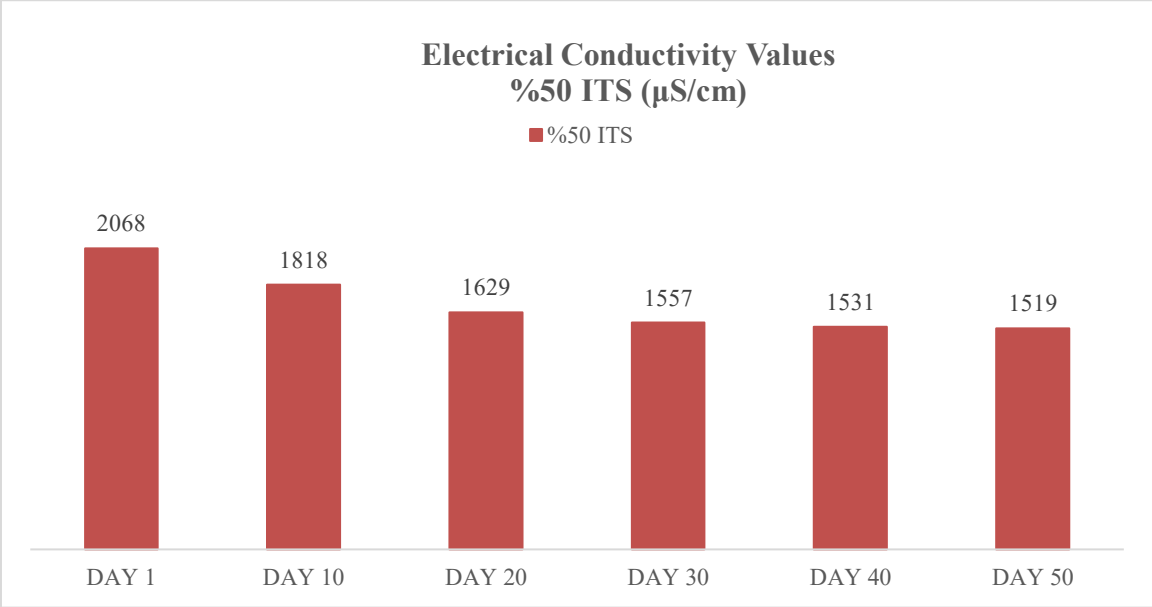


Figure-10 Electrical Conductivity Values, %50 ITS

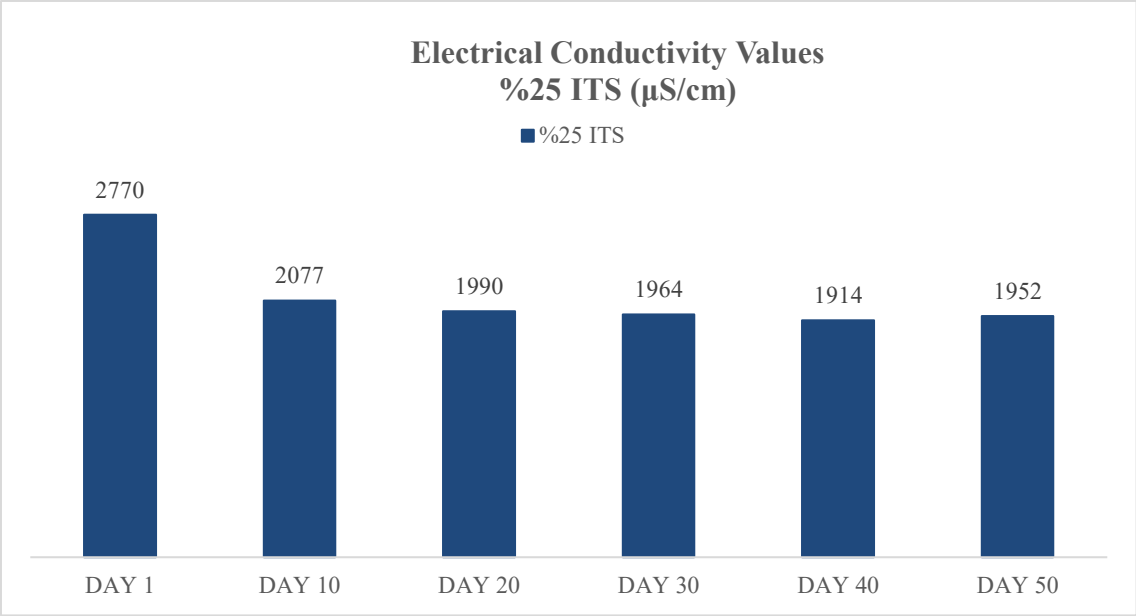


Figure-11 Electrical Conductivity Values, %25 ITS

Progression of the physico-chemical parameters during the vermicomposting process in the boxes containing industrial treatment sludge indicates that earthworm activity was maintained and that the biological transformation proceeded successfully. Stability of ambient temperatures and optimal bed temperatures in the experimental boxes, the stabilization of pH and the decline in electrical conductivity throughout the vermicomposting process collectively confirm that the mixtures progressed toward maturity.

4. CONCLUSIONS

Use of industrial treatment sludge at controlled proportions in vermicompost production offers a sustainable approach to environmental and waste management within both agricultural production and the industrial processing of agricultural products. Based on the collected data, mixtures incorporating treatment sludge were shown to facilitate vermicompost maturation and production, and to sustain optimal conditions for earthworm survival and biological activity. The decrease in electrical conductivity and the stabilization of pH within optimal ranges indicate active biological processes and the progression toward vermicompost maturity. On the other hand, the temperature range suitable for earthworm survival remained stable throughout the experimental period, both in the ambient environment and within the bedding of the experimental boxes. These results demonstrate that using industrial treatment sludge in specific proportions can develop an environmentally friendly, safe, and sustainable approach to waste management, while also achieving high-quality and efficient results in vermicompost production.

5. ACKNOWLEDGEMENT

This project was supported from Mersin University (Project no: 2019-3-TP2-3754) and TÜBİTAK (Project No: 124Y342)

6. REFERENCES

Atiyeh, R. M., Domínguez, J., Subler, S., & Edwards, C. A. (2000). Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, *Bouché*) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia*, *44*(6), 709-724.

Balachandar, R., Baskaran, L., Yuvaraj, A., Thangaraj, R., Subbaiya, R., Ravindran, B., Chang, S. W., & Karmegam, N. (2021). Enriched pressmud vermicompost production with

green manure plants using *Eudrilus eugeniae*. *Bioresource Technology*, *299*. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122578

Buta, M., Hubeny, J., Zieliński, W., Harnisz, M., & Korzeniewska, E. (2021). Sewage sludge in agriculture–the effects of selected chemical pollutants and emerging genetic resistance determinants on the quality of soil and crops–a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *214*, 112070.

Delibacak, S., Voronina, L., & Morachevskaya, E. (2020). Use of sewage sludge in agricultural soils: Useful or harmful. *Eurasian Journal of Soil Science*, *9*(2), 126-139.

Domínguez, J., Edwards, C. A., & Subler, S. (1997). A comparison of vermicomposting and composting. Biocycle, 38, 57-59.

Dume, B., Hanc, A., Svehla, P., Michal, P., Chane, A. D., & Nigussie, A. (2023). Composting and vermicomposting of sewage sludge at various C/N ratios: Technological feasibility and end-product quality. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *263*. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115255

Edwards, C. A., Arancon, N. Q., & Sherman, R. L. (Eds.). (2010). Vermiculture technology: earthworms, organic wastes, and environmental management.

Gómez-Roel, A., Aira, M., & Domínguez, J. (2024). Vermicomposting enhances microbial detoxification of sewage sludge, enabling potential application of the treated product in agroecosystems. *Applied Sciences*, *14*(17), 7894.

Gunadi, B., Blount, C., & Edwards, C. A. (2002). The growth and fecundity of *Eisenia fetida* (Savigny) in cattle solids pre-composted for different periods. Pedobiologia, 46(1), 15–23. https://doi.org/10.1078/0031-4056-00109

Gupta, R., & Garg, V. K. (2009). Vermiremediation and nutrient recovery of non-recyclable paper waste employing *Eisenia fetida*. Journal of hazardous materials, 162(1), 430-439.

Ismail, A. (1997). Vermicology: the biology of earthworms. Orient Longman.

Kapila, R., Verma, G., Sen, A., & Nigam, A. (2021). Evaluation of microbiological quality of vermicompost prepared from different types of organic wastes using *Eisenia fetida*. *Agricultural Science Digest-A Research Journal*, *41*(3), 445-449.

Lasaridi, K., Protopapa, I., Kotsou, M., Pilidis, G., Manios, T., & Kyriacou, A. (2006). Quality assessment of composts in the Greek market: The need for standards and quality assurance. Journal of Environmental Management, 80(1), 58-65.

Lee, L. H., Wu, T. Y., Shak, K. P. Y., Lim, S. L., Ng, K. Y., Nguyen, M. N., & Teoh, W. H. (2018). Sustainable approach to biotransform industrial sludge into organic fertilizer via vermicomposting: A mini-review. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, *93*(4), 925-935.

Lim, S. L., & Wu, T. Y. (2015). Determination of maturity in the vermicompost produced from palm oil mill effluent using spectroscopy, structural characterization and thermogravimetric analysis. *Ecological Engineering*, *84*, 515-519.

López-González, J. A., Estrella-González, M. J., Lerma-Moliz, R., Jurado, M. M., Suárez-Estrella, F., & López, M. J. (2021). Industrial composting of sewage sludge: Study of the bacteriome, sanitation, and antibiotic-resistant strains. *Frontiers in Microbiology*, *12*, 784071.

Masin, C. E., Fernandez, M. E., Lescano, M. R., & Zalazar, C. S. (2020). Bioconversion of agro-industrial wastes: Combined compost and vermicompost processes using *Eisenia fetida* for stabilization of poultry litter.

Nunes, R. R., Bontempi, R. M., Mendonça, G., Galetti, G., & Rezende, M. O. O. (2016). Vermicomposting as an advanced biological treatment for industrial waste from the leather industry. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 51(5), 271-277.
Raza, M. M., Yousaf, S., Shakoor, A., & Ahmad, M. (2019). Effect of vermicompost on growth and nutrient uptake of vegetables under organic farming conditions. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 8(Suppl 1), S287–S295.
Reilly, M. (2001). The case against land application of sewage sludge pathogens. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, *12*(4), 205-207.

Singh, S., Bhat, S. A., Singh, J., Kaur, R., & Vig, A. P. (2017). Earthworms Converting Milk Processing Industry Sludge into Biomanure. *The Open Waste Management Journal*, *10*(1). https://doi.org/10.2174/1876400201710010030

Suthar, S. (2009). Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. *Ecological engineering*, *35*(5), 914-920.

Tognetti, C., Laos, F., Mazzarino, M. J., & Hernandez, M. T. (2005). Composting vs. vermicomposting: a comparison of end product quality. Compost Science & Utilization, 13(1), 6-13.

Yadav, A., & Garg, V. K. (2011). Industrial wastes and sludges management by vermicomposting. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 10(3), 243-276.

Yadav, A., & Garg, V. K. (2011). Recycling of organic wastes by employing *Eisenia fetida*. *Bioresource technology*, *102*(3), 2874-2880.

Yadav, A., & Garg, V. K. (2011). Vermicomposting–An effective tool for the management of invasive weed Parthenium hysterophorus. Bioresource Technology, 102(10), 5891-5895.

Yadav, A., & Garg, V. K. (2019). Biotransformation of bakery industry sludge into valuable product using vermicomposting. Bioresource technology, 274, 512-517.

Yatoo, A. M., Bhat, S. A., Ali, M. N., Baba, Z. A., & Zaheen, Z. (2022). Production of Nutrient-Enriched Vermicompost from Aquatic Macrophytes Supplemented with Kitchen Waste: Assessment of Nutrient Changes, Phytotoxicity, and Earthworm Biodynamics. *Agronomy*, *12*(6). https://doi.org/10.3390/agronomy12061303

CeO_2 NANOYAPILARININ ETANOL ELEKTRO-OKSİDASYONU AKTİVİTESİ ÜZERİNE Pd NANOPARÇACIKLARININ ETKİSİ

EFFECT OF Pd NANOPARTICLES ON ETHANOL ELECTRO-OXIDATION ACTIVITY OF CeO_2 NANOSTRUCTURES

Doç. Dr. Hülya ÖZTÜRK DOĞAN
Atatürk Üniversitesi, Teknik Bilimler M.Y.O.,
Kimya Teknolojisi Bölümü, Yakutiye, Erzurum.
Doç. Dr. Neslihan ÇELEBİ
Atatürk Üniversitesi, Teknik Bilimler M.Y.O.,
Kimya Teknolojisi Bölümü, Yakutiye, Erzurum.
Prof. Dr. Arzu KAVAZ YÜKSEL
Atatürk Üniversitesi, Teknik Bilimler M.Y.O.,
Gıda Teknolojisi Bölümü, Yakutiye, Erzurum.

ÖZET

Artan nüfus, sanayileşme ve teknolojik gelişmeler her geçen gün enerji ihtiyacının da artmasına neden olmuştur. Üstelik fosil yakıtların da giderek tükenmesi ve bu yakıtların küresel ısınma gibi olumsuz etkileri alternatif enerji arayışlarını zorunlu kılmıştır. Hidrojen veya çeşitli yakıtların (etanol, metanol gibi) kullanıldığı yakıt pilleri, günümüzde alternatif enerji üretim teknolojileri arasında önemli bir yere sahiptir. Doğrudan alkol yakıt hücreleri enerji verimliliği açısından iyi bir alternatif olarak ön plana çıkmaktadır. Ancak alkol kaynağı ve hücrede kullanılacak elektrot materyalinin özelliği enerji verimliliğine etki etmektedir. Seryum oksit (CeO_2) yüksek katalitik etkiye sahip bir nadir toprak metali oksididir ve elektrokimyasal çalışmalarda da sıklıkla kullanılır.

Bu çalışmada, kalem ucu grafit elektrot (PGE) yüzeyinde CeO_2 nanoyapılarının elektrokimyasal sentezi gerçekleştirildi. Hazırlanan CeO_2 nanoyapıları x-ışını kırınımı, x-ışını fotoelektron spektroskopisi, Raman spektroskopisi ve alan emisyon mikroskobu gibi farklı teknikler kullanılarak karakterize edildi. Sentezlenen CeO_2 nanoyapılarının yüzeyleri elektrokimyasal teknik kullanılarak Pd nanoparçacıkları ile dekore edilmesi sağlandı. Pd nanoparçacıkları ilave edilmiş CeO_2 nanoyapılarının etanol elektro-oksidasyonundaki aktivitesi araştırıldı.

Anahtar kelimeler: CeO_2 nanoyapı, Etanol elektro-oksidasyonu, Pd nanoparçacık.

ABSTRACT

Increasing population, industrialization, and technological advancements have driven an ever-growing energy demand. Furthermore, the gradual depletion of fossil fuels and their adverse effects, such as global warming, have necessitated the search for alternative energy sources. Fuel cells, which utilize hydrogen or various fuels (such as ethanol and methanol), hold a significant place among today's alternative energy production technologies. Direct alcohol fuel cells are a good alternative for energy efficiency. However, the characteristics of the alcohol source and the electrode material used in the cell affect energy efficiency. Cerium oxide (CeO_2) is a rare-earth metal oxide with high catalytic activity and is frequently used in electrochemical studies.

In this study, CeO_2 nanostructures were electrochemically synthesized on a pencil graphite electrode (PGE). The prepared CeO_2 nanostructures were characterized using various techniques, including X-ray diffraction, X-ray photoelectron spectroscopy, Raman spectroscopy, and field emission microscopy. The surfaces of the synthesized CeO_2 nanostructures were decorated with Pd nanoparticles using electrochemical techniques. The activity of Pd nanoparticles-decorated CeO_2 nanostructures in ethanol electro-oxidation was investigated.
Keywords: CeO_2 nanostructure, Ethanol electro-oxidation, Pd nanoparticle

GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış, sanayileşme ve teknolojik gelişmelerde dolayı enerji ihtiyacı da her geçen gün artış göstermektedir. Fosil yakıtların kısıtlı miktarda bulunması ve yenilenebilir olmaması alternatif enerji arayışlarına yönlendirmiştir. Ayrıca küresel ısınmanın önüne geçmek ve daha temiz bir çevre için fosil yakıtlara bağlı kalmadan yeni enerji kaynaklarının geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Alkol yakıtlarını kaynak olarak kullanan alkol yakıt hücreleri enerji verimi açısından iyi bir alternatif enerji kaynağıdır. Etanol ve metanol gibi ucuz ve basit yakıtların kullanıldığı alkol yakıt hücreleri arasında etanol yakıt hücreleri bir adım ön plana çıkmaktadır.

Alkol yakıt hücrelerinde kullanılanılacak yüksek aktivite ve stabiliteye sahip elektrokatalizörlerin üretilmesi oldukça önemlidir (Gong, Yang, Li, 2018). Bu amaçla en yaygın kullanılan elektrokatalizör Pt elektrottur (Zhou, Li, Song, 2004). Pt elektrodun yüksek fiyatı, doğada kısıtlı miktarda bulunması ve elektrot yüzeyinin ara ürün olarak oluşan CO ile kolayca zehirlenebilmesi yeni elektrokatalizör arayışlarına neden olmuştur.

Son zamanlarda nanoyapılı geçiş metal oksitler (MxOy, M=Fe, Co, Ni, Mn, vb.), çoklu oksidasyon durumları ve yüksek stabiliteleri nedeniyle alkol yakıt hücrelerinde kullanılan asal metallere alternatif elektrokatalizörler olarak gösterilmektedirler (Qiao ve Li, 2011). Nadir toprak metal oksitlerinin arasında, yüksek oksijen transfer kabiliyeti, boyut, şekil, dağılım ve yüzey yapısına bağlı olarak değişen katalitik özellikler nedeniyle seryum (IV) oksit (CeO_2), çok yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Seryum, bastnasit, allanit, serit, monazit, euxenit ve ksenotim dahil olmak üzere lantanit metallerinin bir üyesidir ve yerkabuğunda bulunan nadir toprak metalleri arasında en bol bulunanıdır. Seryum oksitine serya adı da verilmektedir.

Bu çalışmada, PGE elektrot yüzeyinde CeO_2 nanoyapılarının ve Pd nanoparçacıklarının elektrokimyasal sentezi gerçekleştirildi. Hazırlanan Pd@CeO_2 nanoyapıları farklı teknikler kullanılarak yapısal ve morfolojik olarak karakterize edildi. Sentezlenen Pd nanoparçacıkları ilave edilmiş CeO_2 nanoyapılarının etanol elektro-oksidasyonundaki aktivitesi araştırıldı.

YÖNTEM

CeO_2 nanoyapılarının elektrokimyasal sentezi

10mM $Ce(SO_4)_2$ tuzunun saf suda çözülmesi ile elde edilen elektrolit ortamı kullanıldı. Çözelti içerisinden oksijen gazı geçirildi. Çözeltiden dönüşümlü voltamogram (CV) kaydedildi. PGE elektrot yüzeyinde -1,3 V sabit potansiyelde 15 dakika süre ile elektrokimyasal sentez yapıldı.

CeO_2 nanoyapılarının yüzeyinin Pd ile dekore edilmesi

PGE elektrot yüzeyinde -1,3 V sabit potansiyelde 15 dk süre ile hazırlanan CeO_2 nanoyapılarının yüzeyi Pd nanoparçacıkları ile elektrokimyasal teknik kullanılarak dekore edildi. 2 mM $PdCl_2$ içeren 0,1 M HCl çözeltisinde -100 mV'ta 7 dk süre ile Pd nanoparçacıklarının dekore edilmesi sağlanmıştır. Sentezlenen Pd dekore edilmiş CeO_2 nanoyapıları çeşitli teknikler kullanılarak karakterize edilmiştir.

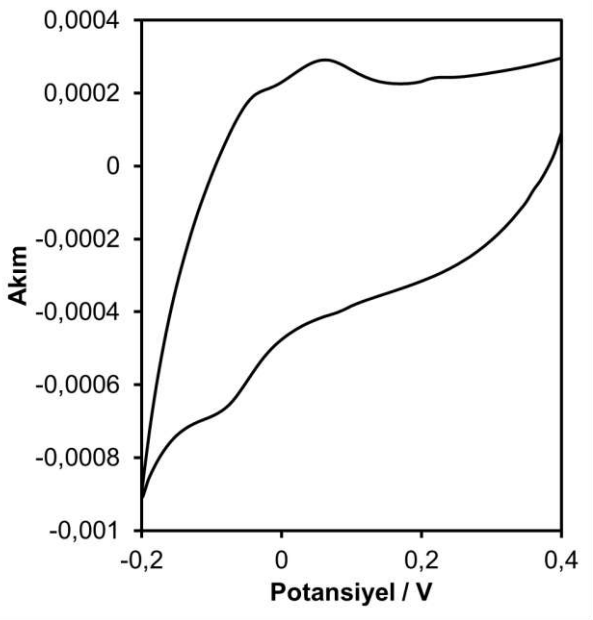
Pd dekore edilmiş CeO_2 nanoyapılarının etanol elektro-oksidasyonunda kullanımı

PGE elektrot yüzeyinde -1,3 V sabit potansiyelde 15 dakika süre ile hazırlanan CeO_2 nanoyapılarının ve -100 mV'ta 7 dk süre ile Pd nanoparçacıkları eklenmiş CeO_2 nanoyapılarının etanol elektro-oksidasyonu için elektrolit ortamı olarak 1 M etanol içeren 0,5 M NaOH çözeltisi seçilmiştir. CV grafikleri -0,6 V ile +0,5 V potansiyel aralığında kaydedildi.

ARAŞTIRMA ve BULGULAR

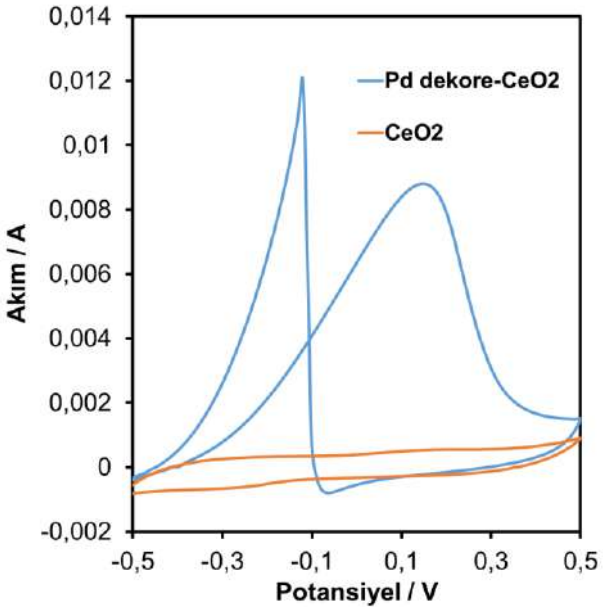
CeO_2 nanoyapılarının yüzeyinin Pd ile dekore edilmesi

PGE elektrot yüzeyinde -1,3 V sabit potansiyelde 15 dk süre ile hazırlanan CeO_2 nanoyapılarının 2 mM $PdCl_2$ içeren 0,1 M HCl çözeltisinde kaydedilen CV grafiği Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. CeO_2 nanoyapılarının Pd^{+2} çözeltisindeki CV grafiği

Pd dekorasyonunun CeO_2 nanoyapılarına kazandırdığı üstün elektrokimyasal özellikleri araştırmak amacıyla Pd dekore edilmiş ve edilmemiş CeO_2 nanoyapılarının etanol ortamındaki CV grafikleri üst üste çakıştırılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Pd dekore edilmiş ve edilmemiş CeO_2 nanoyapılarının etanol çözeltisindeki CV grafikleri

SONUÇ

Bu çalışmada ilk olarak PGE elektrot yüzeyinde CeO_2 nanoyapılarının elektrokimyasal sentezi gerçekleştirilmiştir. Sonrasında elde edilen nanoyapıların yüzeyleri Pd nanoparçacıkları ile elektrokimyasal teknik ile dekore edilmiştir. Pd dekore edilmiş ve edilmemiş CeO_2 nanoyapılarının farklı teknikler kullanılarak karakterizasyonu yapılmış ve etanol elektro-oksidasyonundaki aktiviteleri incelenmiştir. Etanol elektrooksidasyonu için Pd dekoreasyonunun CeO_2 nanoyapılarının aktivitesini 16 kat arttırdığı belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklendiği için yazarlar teşekkürlerini sunar (Proje No: FBA-2024-13889).

KAYNAKLAR

Gong, L., Yang, Z., Li, K., Xing, W., Liu, C., & Ge J. (2018). Recent development of methanol electrooxidation catalysts for direct methanol fuel cell. Journal of Energy Chemistry, 27, 1618-1628.

Qiao, Y., & Li, C.M. 2011. Nanostructured catalysts in fuel cells. Journal of Materials Chemistry, 21, 4027-4036.

Zhou, W.J., Li, W.Z., & Song, S.Q. 2004. Bi- and tri-metallic Ptbased anode catalysts for direct ethanol fuel cells. J. Power Sources, 131, 217-218.

TÜRKÇE KURUMSAL BİLGİ TABANLARINDA RAG VE YEREL LLM ENTEGRASYONU: DESTEK SÜREÇLERİNİN HIZLANDIRILMASI

İbrahim Beşen

ORCID: 0009-0001-2911-0479 İletişim Yazılım Ar-Ge Merkezi, 16040, Bursa, Türkiye

Eren COŞKUN

ORCID: 0009-0004-6878-0207 İletişim Yazılım Ar-Ge Merkezi, 16040, Bursa, Türkiye

ÖZET

Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm süreçlerinde, kurumsal bilgi birikiminin (know-how) etkin yönetimi, depolanması ve gerektiğinde hızlıca erişilebilir olması işletmeler için kritik bir rekabet unsuru haline gelmiştir. Özellikle karmaşık üretim ve yazılım süreçlerine sahip organizasyonlarda, çalışanların teknik prosedürler, hata kodları ve çözüm adımlarına ulaşmak için harcadığı zaman, kurumlar için ölçülmesi güç ancak önemli bir maliyet kalemi oluşturmaktadır. Geleneksel bilgi yönetim sistemleri ve statik dokümantasyon yapıları, artan veri hacmi ve hızla değişen teknik gereksinimler karşısında yetersiz kalmaktadır. Bu çalışma, kurumsal verilerin dış kaynaklı (Cloud) yapay zeka servisleriyle paylaşılmasının yarattığı güvenlik risklerini ortadan kaldıran, tamamen iç ağda (On-Premise) çalışan, RAG (Retrieval-Augmented Generation) tabanlı bir akıllı asistan mimarisini sunmaktadır. Geliştirilen sistem, ChromaDB vektör veritabanı ve Multilingual-E5-Large embedding modellerini kullanarak, kurum içi yapılandırılmamış veriyi ve geçmiş teknik destek kayıtlarını anlamlandırmaktadır. Gemma 3 - 12b it dil modeli üzerinde gerçekleştirilen ince ayar (fine-tuning) çalışmalarıyla, modelin kurumsal bir üslupla, halüsinasyon riskinden arındırılmış adım adım çözüm rehberliği sunması sağlanmıştır. Çalışma kapsamında veri ön işleme, vektörleştirme stratejileri ve çok modlu (görsel ve metin) etkileşim süreçleri detaylandırılmıştır. Elde edilen bulgular, bilgiye erişim süresinin dakikalardan saniyelere indiğini, operasyonel verimliliğin arttığını ve veri gizliliğinin tam olarak sağlandığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: RAG, Yerel LLM, Kurumsal Hafıza, Yapay Zeka, Müşteri Destek Otomasyonu, ChromaDB, Veri Gizliliği.

ABSTRACT

In Industry 4.0 and digital transformation processes, the effective management, storage, and rapid accessibility of corporate know-how have become a critical competitive element for businesses. Especially in organizations with complex production and software processes, the time employees spend accessing technical procedures, error codes, and solution steps constitutes a significant cost item that is difficult to measure. Traditional knowledge management systems and static documentation structures remain insufficient in the face of increasing data volumes and rapidly changing technical requirements. This study presents a RAG (Retrieval-Augmented Generation) based smart assistant architecture that runs entirely on the internal network (On-Premise), eliminating the security risks created by sharing corporate data with external (Cloud) AI services. The developed system interprets internal unstructured data and past technical support records using the ChromaDB vector database and Multilingual-E5-Large embedding models. Through fine-tuning studies performed on the

Gemma 3 - 12b it language model, the model is enabled to provide step-by-step solution guidance in a corporate tone, free from the risk of hallucination. Within the scope of the study, data preprocessing, vectorization strategies, and multi-modal (visual and text) interaction processes are detailed. The findings indicate that the time to access information has decreased from minutes to seconds, operational efficiency has increased, and data privacy is fully ensured.

Keywords: RAG, Local LLM, Corporate Memory, Artificial Intelligence, Customer Support Automation, ChromaDB, Data Privacy.

1.GİRİŞ

Günümüz bilgi yoğun iş dünyasında, doğru bilgiye hızlı erişim, operasyonel mükemmeliyetin temel taşlarından biridir. İşletmelerin sahip olduğu teknik bilgi birikimi, genellikle doküman yönetim sistemlerinde, e-posta arşivlerinde veya hata takip (ticket) sistemlerinde yapılandırılmamış veri formatında dağınık halde bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar, bilgi çalışanlarının mesailerinin yaklaşık %20'sini bilgi arayarak geçirdiğini, ancak aradıkları bilginin %50'sine ulaşamadıklarını göstermektedir. Bu durum, özellikle teknik destek, yazılım geliştirme ve üretim gibi anlık müdahale gerektiren alanlarda ciddi verimlilik kayıplarına yol açmaktadır. Müşteri hizmetleri ve teknik destek süreçlerinde yapay zeka tabanlı sohbet robotlarının (chatbot) kullanımı, bu verimsizliği gidermek amacıyla son yıllarda yoğun ilgi görmektedir [1, 2].

Geleneksel chatbot teknolojileri, genellikle "karar ağacı" (decision tree) mantığıyla çalışan veya kısıtlı anahtar kelime eşleşmesine dayalı sistemlerdir. Bu sistemler, önceden tanımlanmamış karmaşık senaryolarda veya kullanıcı niyetinin (intent) açık olmadığı durumlarda yetersiz kalmaktadır. Doğal Dil İşleme (NLP) alanındaki son gelişmeler ve Büyük Dil Modellerinin (LLM) ortaya çıkışı, insan benzeri metin üretimi ve anlamsal kavrayış konusunda devrim yaratmıştır. Ancak, ChatGPT, Claude veya Gemini gibi bulut tabanlı genel amaçlı modellerin kurumsal ortamlarda doğrudan kullanımı iki temel problemi beraberinde getirmektedir: Veri Gizliliği ve Halüsinasyon [3, 4].

Birinci problem olan veri gizliliği; hassas ticari sırların, müşteri verilerinin veya teknik şemaların üçüncü taraf sunucularına gönderilmesini içerir ki bu durum KVKK ve GDPR gibi regülasyonlara aykırılık teşkil edebilmektedir. İkinci problem olan halüsinasyon ise, modelin eğitim verisindeki eksiklikler veya güncel olmayan bilgiler nedeniyle, kullanıcıya ikna edici fakat tamamen yanlış bilgiler sunmasıdır [5]. Teknik destek süreçlerinde bir yapay zekanın yanlış prosedür önermesi, telafisi güç operasyonel zararlara neden olabilir.

Bu çalışmada, söz konusu problemleri aşmak amacıyla "Retrieval-Augmented Generation" (RAG) mimarisi ile yerel (On-Premise) LLM teknolojilerini birleştiren hibrit bir yaklaşım benimsenmiştir. RAG mimarisi, modelin yanıt üretmeden önce güvenilir bir dış bilgi kaynağından (vektör veritabanı) ilgili veriyi çekmesi ve yanıtı bu veriye dayandırması prensibine dayanır [3, 5]. Bu sayede modelin yaratıcılığı ile kurumsal verinin doğruluğu birleştirilmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen "Cora" asistanı, tamamen kurum sunucularında çalışarak veri güvenliğini garanti altına almakta ve dinamik öğrenme yeteneği ile sürdürülebilir bir destek otomasyonu sunmaktadır.

2.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu bölümde, geliştirilen sistemin materyal ve yöntem aşamaları, uygulanan modelleme teknikleri ve elde edilen araştırma bulguları detaylandırılmıştır.

2.1 Materyal ve Yöntem

2.1.1. Sistem Mimarisi ve Tasarım İlkeleri: Geliştirilen sistem, modüler ve ölçeklenebilir bir mimari üzerine inşa edilmiştir. Sistem temel olarak dört ana katmandan oluşmaktadır:

1. Veri Hazırlık ve Vektörleştirme Katmanı,
2. Semantik Arama ve Geri Çağırma (Retrieval) Katmanı,
3. Üretken Yapay Zeka (Generation) Katmanı
4. Kullanıcı Etkileşim Katmanı. Tüm bu süreçler, dış internet ağına kapalı, yerel sunucular üzerinde koşturulmaktadır.

2.1.2. Veri Hazırlık ve Otomatik Besleme: Sistemin başarısı, beslendiği verinin kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmada veri kaynağı olarak, kurumun geçmiş yıllara ait 1700'ün üzerindeki çözülmüş teknik destek kaydı (ticket), teknik kullanım kılavuzları, API dokümantasyonları ve iş akış şemaları kullanılmıştır. Veri hazırlık süreci şu adımları içermektedir:

- Veri Temizleme: Ticket kayıtları içerisindeki kişisel veriler (isim, telefon, IP adresi vb.) regex algoritmaları ve NER (Named Entity Recognition) modelleri kullanılarak anonimleştirilmiştir.
- Parçalama (Chunking): LLM'lerin bağlam penceresi (context window) sınırlarına takılmamak ve arama hassasiyetini artırmak için uzun dokümanlar, anlamsal bütünlüğü bozmayacak şekilde 512 token'lık parçalara bölünmüştür.
- Otomatik Besleme: Statik bir veritabanı yerine, yaşayan bir sistem kurgulanmıştır. Destek ekiplerinin CRM sistemi üzerinde "Çözüldü" statüsüne çektiği her yeni kayıt, otomatik bir ETL (Extract, Transform, Load) boru hattı ile sisteme dahil edilmekte ve vektörleştirilmektedir. Bu sayede sistem, yeniden eğitime (re-training) ihtiyaç duymadan güncel kalabilmektedir [5].

2.1.3. Vektörleştirme ve Semantik Arama: Metinsel verilerin makine tarafından anlaşılabilir matematiksel vektörlere dönüştürülmesi (embedding) aşamasında "Multilingual-E5-Large" modeli tercih edilmiştir. Bu modelin seçilmesindeki temel neden, Türkçe'nin sondan eklemeli yapısı ve karmaşık morfolojisi karşısında, klasik BERT tabanlı modellere göre daha yüksek bir semantik temsil yeteneğine sahip olmasıdır [6].

Vektörlerin saklanması ve sorgulanması için açık kaynak kodlu ChromaDB vektör veritabanı kullanılmıştır. ChromaDB, verileri yerel disk üzerinde dosya tabanlı (file-based) olarak saklayabilme özelliği ile tam bir "On-Premise" çözüm sunmaktadır. Arama algoritması olarak HNSW (Hierarchical Navigable Small World) kullanılmıştır. Bu algoritma, yüksek boyutlu vektör uzayında "Yaklaşık En Yakın Komşu" (Approximate Nearest Neighbor - ANN) araması yaparak, binlerce kayıt arasından kullanıcı sorgusuyla en alakalı dokümanları milisaniyeler içerisinde getirmektedir [8, 9]. Sistem ayrıca metadata filtreleme yeteneğine sahiptir; örneğin kullanıcı sadece veya "Aktarım Sorunları" kayıtlar arasında arama yapabilir.

2.1.4. Üretken Model ve İnce Ayar: Geri çağrılan (retrieved) dokümanların, kullanıcıya doğal bir dille ve çözüm odaklı sunulması gerekmektedir. Bu aşamada, Google tarafından geliştirilen ve açık ağırlıklı (open-weights) olarak sunulan Gemma 3 - 12b it modeli kullanılmıştır. 12 milyar parametreli bu model, yerel donanımlarda çalışabilirliği ve yüksek dil yetenekleri arasındaki denge nedeniyle tercih edilmiştir [10].

Sadece RAG kullanımı, modelin bilgiye erişmesini sağlasa da, kurumsal "konuşma tonunu" (tone of voice) yakalaması için yeterli değildir. Bu nedenle model üzerinde LoRA (Low-Rank Adaptation) tekniği ile ince ayar (fine-tuning) yapılmıştır. Eğitim veri seti, kurumun kıdemli destek uzmanlarının yazdığı örnek yanıtlardan oluşturulmuştur. Bu süreç sonucunda model; gereksiz sohbetten kaçınan, doğrudan sorunu tanımlayan, adım adım (step-by-step) çözüm öneren ve resmi bir dil kullanan bir "Sanal Asistan" kimliği kazanmıştır [4].

2.1.5. Çok Modlu Etkileşim: Teknik destek süreçlerinde kullanıcılar, sorunlarını metinle ifade etmekte zorlanabilir veya hata kodlarını yanlış yazabilirler. Bu problemi aşmak için sisteme OCR (Optik Karakter Tanıma) ve görsel işleme yetenekleri entegre edilmiştir. Kullanıcı, hata ekranının görüntüsünü sisteme yüklediğinde, görsel işleme modülü (Vision Encoder) görüntüyü tarar, hata kodlarını ve metinleri ayıklar. Ayıklanan bu metinler, tıpkı yazılı bir sorgu gibi vektörleştirilerek RAG döngüsüne sokulur. Bu sayede “Göster ve Çöz” prensibi hayata geçirilmiştir.

2.2 Bulgular

Geliştirilen Cora asistanı, gerçek üretim ortamında ve pilot kullanıcı grupları üzerinde test edilmiştir. Elde edilen nicel ve nitel bulgular aşağıda sunulmuştur.

Arama ve Yanıt Süresinde İyileşme

Geleneksel yöntemlerde, bir çalışanın dokümantasyon içerisinde ilgili prosedürü bulması veya geçmiş ticket kayıtlarını taraması ortalama 4-5 dakika sürerken, RAG tabanlı sistem bu süreyi 3-5 saniye aralığına indirmiştir. Bu durum, bilgiye erişim hızında yaklaşık %98'lik bir iyileşme anlamına gelmektedir. Literatürde Ngai ve arkadaşlarının (2021) belirttiği gibi, bilgi tabanlı chatbotların operasyonel hızı artırma potansiyeli bu çalışma ile doğrulanmıştır [2].

Halüsinasyon Oranında Düşüş

Fine-tune edilmiş yalın bir LLM ile RAG destekli model karşılaştırıldığında, RAG mimarisinin halüsinasyon oranını dramatik şekilde düşürdüğü gözlemlenmiştir. Yalın model, bilmediği teknik detaylar hakkında genel geçer ve bazen hatalı tahminlerde bulunurken; RAG destekli model, veritabanında ilgili kayıt yoksa "Bu konuda yeterli bilgiye sahip değilim" diyerek kullanıcıyı yanıltmaktan kaçınmıştır. Zhang ve arkadaşlarının (2024) çalışmasında vurgulandığı üzere, RAG mimarisi modelin çıktılarını somut kanıtlara dayandırarak güvenilirliği artırmaktadır [4].

Kullanıcı Deneyimi

Çok modlu etkileşim yeteneği, kullanıcı memnuniyetini artıran önemli bir faktör olmuştur. Özellikle karmaşık ERP hata mesajlarının fotoğrafının çekilerek sorulması, kullanıcı tarafındaki yazım hatalarını engellemiş ve "İlk Seferde Doğru Çözüm" (First Contact Resolution - FCR) oranlarına olumlu yansımıştır.

3. TARTIŞMA

Sistemin en önemli başarısı, veri gizliliğinin tam olarak sağlanmasıdır. Tüm embedding işlemleri, vektör veritabanı sorguları ve LLM çıkarımları (inference), kurumun yerel ağındaki GPU sunucularında gerçekleştirilmiştir. Dış ağa hiçbir veri paketi gönderilmemiştir. Bu mimari, Wiz.io (2025) ve Check Point (2025) raporlarında belirtilen "Bulut LLM Riskleri"ni (veri sızıntısı, model zehirlenmesi vb.) tamamen elimine etmiştir [3].

4.SONUÇ VE KAYNAKÇA

Bu çalışma, kurumsal bilgi yönetiminde yapay zeka entegrasyonunun, sadece bir "sohbet botu" kurmaktan öte, yaşayan ve öğrenen bir "Kurumsal Hafıza" oluşturmak anlamına geldiğini göstermiştir. Geliştirilen RAG ve Yerel LLM entegrasyonu, statik doküman yığınlarını çalışanlarla etkileşime giren dinamik bir bilgi kaynağına dönüştürmüştür.

Elde edilen sonuçlar, yerel (On-Premise) mimarilerin, özellikle veri güvenliğinin kritik olduğu endüstriyel sektörlerde, bulut tabanlı çözümlere göre daha güvenilir ve sürdürülebilir bir alternatif sunduğunu kanıtlamaktadır. ChromaDB ve Gemma gibi açık kaynak teknolojilerin kullanımı, maliyet etkinliği sağlarken, Türkçe dil modelleri (TurkEmbed/E5) üzerindeki performans başarısı, yerel dillerde AI uygulamalarının potansiyelini ortaya koymaktadır. Gelecek çalışmalarda, sistemin İnsan Kaynakları, Satın Alma ve Finans gibi farklı departmanların verileriyle de beslenerek, kurum genelinde bütünleşik bir "Dijital Asistan" ekosistemine dönüştürülmesi ve "Agentic AI" (Ajan tabanlı yapay zeka) yetenekleriyle aksiyon alabilir hale getirilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Andrade, I. M. D., & Tumelero, C. (2022). Increasing customer service efficiency through artificial intelligence chatbot. Revista de Gestão, 29(3), 238-251.

[2] Ngai, E. W., Lee, M. C., Luo, M., Chan, P. S., & Liang, T. (2021). An intelligent knowledge-based chatbot for customer service. Electronic Commerce Research and Applications, 50, 101098.

[3] Wiz.io. (2025). LLM Security for Enterprises: Risks and Best Practices. Wiz Research Reports.

[4] Zhang, B., Liu, Z., Cherry, C., & Firat, O. (2024). When scaling meets llm finetuning: The effect of data, model and finetuning method. arXiv preprint arXiv:2402.17193.

[5] Analytics, D., & Sukhwal, D. (2024). Retrieval Augmented Generation: An Evaluation of RAG-based Chatbot for Customer Support. Retrieval Augmented Generation: An Evaluation of RAG-based Chatbot for Customer Support.

[6] Ezerceli, Ö., Gümüşçekiçci, G., Erkoç, T., & Özenç, B. (2025). TurkEmbed: Turkish Embedding Model on NLI & STS Tasks. arXiv preprint arXiv:2511.08376.

[7] Wu, S., Xiong, Y., Cui, Y., Wu, H., Chen, C., Yuan, Y., ... & Xue, C. J. (2024). Retrieval-augmented generation for natural language processing: A survey. arXiv preprint arXiv:2407.13193.

[8] Oracle. (2025). What Is Chroma? An Open Source Embedded Database. Oracle Database Resources.

[9] LakeFS. (2025). Best 17 Vector Databases for 2025. LakeFS Data Engineering Blog.

[10] Klark.ai. (2025). RAG for customer support: methods, examples and best practices. Klark AI Research.

ENDÜSTRİYEL ÜRETİMDE KESTİRİMCİ BAKIM VE OPTİMİZASYON: KALAN FAYDALI ÖMÜR TAHMİNİ VE PARAMETRE YÖNETİMİ

İbrahim Beşen

ORCID: 0009-0001-2911-0479 İletişim Yazılım Ar-Ge Merkezi, 16040, Bursa, Türkiye

Eren COŞKUN

ORCID: 0009-0004-6878-0207 İletişim Yazılım Ar-Ge Merkezi, 16040, Bursa, Türkiye

ÖZET

Endüstri 4.0 dönüşümü ile birlikte imalat sanayisinde kestirimci bakım uygulamaları, üretim verimliliğini artırmak ve maliyetleri düşürmek adına kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, talaşlı imalatın temel bileşenlerinden olan şerit testere makineleri için LightGBM algoritması ve kural tabanlı uzman sistemleri birleştiren hibrit bir kestirimci bakım modeli geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında kurulan heterojen sensör ağı ve IoT altyapısı ile toplanan gerçek zamanlı veriler (akım, hız, titreşim), ileri seviye özellik mühendisliği yöntemleriyle işlenmiştir. Geliştirilen model, sadece makine öğrenmesi tabanlı bir sağlık endeksi üretmekle kalmayıp, endüstriyel saha gerçeklerine (Survivor Bias) uygun "Koşullu Beklenti" ve “Stabilizasyon" algoritmalarıyla entegre edilerek operatörler için anlamlı bir Kalan Faydalı Ömür (RUL) bilgisine dönüştürülmüştür. Ayrıca, kritik eşik aşımlarında devreye giren çok kanallı bildirim sistemi (SMS/E-posta) ve görsel uyarı mekanizmaları ile bütünleşik bir karar destek sistemi sunulmuştur. Elde edilen bulgular, önerilen sistemin ani duruşları engellemede ve kesici takım ömrünü optimize etmede yüksek başarı sağladığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kestirimci Bakım, RUL Tahmini, LightGBM, Şerit Testere, Endüstriyel IoT.

ABSTRACT

With the Industry 4.0 transformation, predictive maintenance applications in the manufacturing industry play a critical role in enhancing production efficiency and reducing costs. In this study, a hybrid predictive maintenance model combining the LightGBM algorithm and rule-based expert systems has been developed for band saw machines, which are fundamental components of machining operations. Real-time data (current, speed, vibration) collected through a heterogeneous sensor network and IoT infrastructure established within the scope of the study were processed using advanced feature engineering methods. The developed model not only generates a machine learning-based health index but also transforms this into meaningful Remaining Useful Life (RUL) information for operators by integrating "Conditional Expectation" and " Stabilization" algorithms tailored to industrial field realities (Survivor Bias). Furthermore, an integrated decision support system is presented, featuring multi-channel notification systems (SMS/E-mail) and visual warning mechanisms that activate upon critical threshold breaches. The findings indicate that the proposed system achieves high success in preventing unplanned downtime and optimizing cutting tool life.

Keywords: Predictive Maintenance, RUL Estimation, LightGBM, Band Saw, Industrial IoT.

1. GİRİŞ

Endüstri 4.0 ile birlikte imalat sanayisinde kullanılan makine ve ekipmanların daha akıllı ve verimli hale gelmesi önem kazanmaya başlamıştır [1]. Talaşlı imalat hatlarının kritik bileşenlerinden olan şerit testere makinelerinin izlenmesi ve yapay zeka ile takip edilmesi, üretim kalitesinin sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Testere makinelerinde gerçekleştirilen kesme işlemlerindeki fiziksel parametreler (akım, titreşim vb.) zamanla değişkenlik göstererek kesici takım ömrünün azalmasına ve verimliliğin düşmesine neden olmaktadır [2].

Literatürde genellikle karmaşık derin öğrenme modelleri (LSTM, CNN) kullanılsa da [3], endüstriyel sahadaki veri kısıtları ve gerçek zamanlı çalışma gereksinimleri, daha hızlı ve açıklanabilir modellere olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu çalışmada, şerit testere makineleri için sensör verileri ve türetilmiş özellikler kullanılarak LightGBM [4] tabanlı hibrit bir kestirimci bakım modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem, sadece makine öğrenmesi ile bir sağlık endeksi (Health Index) üretmekle kalmayıp, bu endeksi endüstriyel saha gerçeklerine (Survivor Bias - Hayatta Kalma Yanılgısı) uygun dinamik kurallarla işleyerek operatör için anlamlı bir Kalan Faydalı Ömür (RUL) bilgisine dönüştürmektedir [5].

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu bölümde, geliştirilen sistemin materyal ve yöntem aşamaları, uygulanan modelleme teknikleri ve elde edilen araştırma bulguları detaylandırılmıştır.

2.1. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, endüstriyel şerit testere makinelerinin kestirimci bakım süreçlerini optimize etmek amacıyla veri odaklı, hibrit bir yapay zeka mimarisi geliştirilmiştir. Önerilen sistem; makine davranışlarının dijital ikiz benzeri bir temsille modellenmesi, operasyonel anomalilerin tespiti ve kesici takımın (bıçak) Kalan Faydalı Ömrünün (Remaining Useful Life – RUL) yüksek doğrulukla tahmin edilmesi süreçlerini kapsamaktadır. Geliştirilen metodoloji; veri toplama altyapısı, ileri seviye özellik mühendisliği, LightGBM tabanlı modelleme ve kural tabanlı son işlem (post-processing) algoritmalarından oluşan bütünleşik bir yapıya sahiptir.

2.1.1. Sensör Ağı ve Veri Toplama Mimarisi

Çalışma kapsamında, üretim sahasında aktif olarak çalışan şerit testere makinesi üzerine entegre edilmiş heterojen bir sensör ağı kurulmuştur. Bu ağ, makinenin mekanik ve elektriksel durumunu anlık olarak izleyebilen yüksek frekanslı veri toplama yeteneğine sahiptir.

Veri Akış Diyagramı ve Protokoller:

Saha verileri, endüstriyel kontrolcü (PLC) ve harici sensörler üzerinden toplanarak Modbus TCP/IP protokolü aracılığıyla bir ağ geçidine (Gateway) iletilmektedir. Veri güvenliğini ve sürekliliğini sağlamak amacıyla Secomea marka endüstriyel gateway cihazı kullanılmıştır. Toplanan veriler, CoralReef IoT platformu üzerinden bulut sunucuya aktarılmakta ve buradan yapılandırılmış MSSQL (Microsoft SQL Server) veritabanına, yaklaşık 60 saniyelik periyotlarla zaman damgalı (timestamped) olarak kaydedilmektedir [6].

adjusted_time	Acil_Stop_Alai	tor_Aki	tor_Akir	Yuksel	Bicak is	Bicak_C	ak_Dis	eme_G	alzeme	eme_Yu	Metrek	prey_S	ma_G	he_sens	ere_Dor	e_Ilerle	ere_Kes
2025-01-21 07:30:45	0	0	0	0		285	60	51	1	51	0	0	-1,97168	43,21732	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:40:45	0	6,408767	32,04383	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-1,97168	43,21732	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:41:50	0	7,4676	37,338	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,82874	50,32186	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:42:50	0	7,47055	37,35275	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,86451	50,20807	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:43:53	0	7,471433	37,35717	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,86429	50,21077	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:44:56	0	7,470433	37,35217	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,86452	50,20736	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:46:01	0	7,474067	37,37033	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,86598	50,20549	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:47:07	0	7,469616	37,34808	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,87464	50,17874	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:48:12	0	7,459033	37,29517	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,86719	50,20168	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:49:16	0	7,45515	37,27575	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,8749	50,17488	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:50:23	0	7,4598	37,299	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,86384	50,21039	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:51:31	0	7,399917	36,99958	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,86718	50,20174	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:52:37	0	7,395883	36,97942	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,87728	50,17068	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:53:39	0	7,381667	36,90833	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,87702	50,17115	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:54:41	0	7,426983	37,13492	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,86329	50,21388	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:56:19	0	7,401967	37,00983	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,88396	50,14791	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:57:24	0	7,4326	37,163	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,87512	50,17721	110	3,071412	0,025
2025-01-22 07:58:24	0	7,420633	37,10316	0		285	60	51	1	51	0,453506	0	-0,89378	50,1186	110	3,071412	0,025

İzlenen Temel Parametreler:

- Ana Motor Akımı(%):Kesme kuvveti ile doğrudan ilişkili olup, bıçak körleşmesi arttıktan sonra motorun çektiği akımdaki artışı temsil eder [7].
- Kesme ve Dönüş Hızları: Operasyonel yükü belirleyen kinematik veriler.
- Titreşim ve İvme Verileri (Opsiyonel): Makine gövdesindeki sapmaları ölçen eksenel ivme sensörü verileri.
- Üretim Meta Verileri: Kesilen malzeme tipi, bıçak diş sayısı (60/80 diş) ve kümülatif kesilen alan (m^2).

Veri bütünlüğünü sağlamak adına, sensörlerden gelen ham veriler üzerinde çapraz doğrulama (cross-validation) testleri uygulanmış ve elektriksel gürültüden kaynaklanan anlamsız veriler (NaN veya sonsuz değerler) veritabanı seviyesinde filtrelenmiştir.

2.1.2 Veri Ön İşleme ve İleri Seviye Özellik Mühendisliği (Feature Engineering)

Ham sensör verilerinin makine öğrenmesi algoritmaları tarafından işlenebilir hale getirilmesi ve modelin bıçak üzerindeki "yorgunluğu" öğrenebilmesi için kapsamlı bir ön işleme ve özellik çıkarım süreci yürütülmüştür. Bu aşama, modelin başarısını doğrudan etkileyen en kritik fazdır.

Veri Temizleme ve Filtrasyon

Veri setinde, makinenin açık olduğu ancak kesim yapmadığı (Idle) durumlar, modelin yanlış öğrenmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle, diferansiyel analiz yöntemi uygulanarak, Metrekare değişiminin eşik değerin ($< 0.0001 $ m^2) altında olduğu "boşta çalışma" anları veri setinden izole edilmiştir. Ayrıca, sensör hatalarından kaynaklanan ve fiziksel olarak mümkün olmayan ani sıçramalar istatistiksel filtrelerle temizlenmiştir.

Matematiksel Özellik Çıkarımı

Ham zaman serisi verilerinden, bıçağın fiziksel bozunma sürecini temsil eden türetilmiş özellikler hesaplanmıştır. TSFresh gibi hesaplama maliyeti yüksek kütüphaneler yerine, gerçek zamanlı çalışmaya uygun vektörel işlemler tercih edilmiştir:

- Düzleştirilmiş Akım (Smooth Current): Sensör gürültüsünü minimize etmek amacıyla, ana motor akımı üzerinde 20 periyotluk hareketli ortalama (Rolling Mean) uygulanmıştır.
- Gradyan (Gradient - Değişim Hızı): Düzleştirilmiş akımın birinci türevi alınarak, bıçağın kesim esnasındaki anlık zorlanma ivmesi ve direnç değişimi hesaplanmıştır.
- Volatilite (Volatility - Kararsızlık Endeksi): Gradyan üzerindeki standart sapma (Rolling Std) hesaplanarak, bıçağın kesim sırasındaki titreşim ve kararsızlık düzeyi sayısallaştırılmıştır. Bıçak körleştiğinde volatilitenin arttığı gözlemlenmiştir [8].
- Kümülatif Stres (Cumulative Stress): Çalışmanın en özgün katkılarından biri olan bu özellik; anlık akım şiddeti ile volatilitenin çarpımının, bıçağın ömrü boyunca kümülatif toplamı (Cumulative Sum) alınarak elde edilmiştir. Bu özellik, bıçağın geçmişte maruz kaldığı toplam yorgunluğu temsil ederek modelin "hafıza" yeteneğini güçlendirmiştir.

2.1.3. Makine Öğrenmesi Modellemesi: LightGBM Regresör

Literatürdeki karmaşık derin öğrenme modellerinin (LSTM, CNN) aksine, endüstriyel IoT cihazlarında (Edge Computing) çalışabilecek hafiflikte, hızlı ve yüksek başarımlı bir model mimarisi tercih edilmiştir. Bu kapsamda, gradyan artırma tabanlı karar ağacı algoritması olan LightGBM (Light Gradient Boosting Machine) kullanılmıştır [4].

Model Mimarisi ve Hiperparametreler:

Model, doğrudan RUL (kalan metrekare) tahmini yapmak yerine, bıçağın o anki durumunu 0 ile 1 arasında temsil eden bir Sağlık Endeksi (Health Index) tahmin edecek şekilde eğitilmiştir (Hedef değişken: RUL / Max_Life).

- Objektif Fonksiyon: regression_l1 (MAE odaklı optimizasyon).
- Öğrenme Oranı (Learning Rate): 0.02 (Yavaş ve kararlı öğrenme için).
- Ağaç Derinliği (Max Depth): 5-7 (Aşırı öğrenmeyi engellemek için sınırlandırılmış).
- Estimator Sayısı: 800 iterasyon.

Eğitim Stratejisi (GroupKFold):

Zaman serisi verilerinde veri sızıntısını (data leakage) önlemek amacıyla klasik rastgele bölme yerine, GroupKFold çapraz doğrulama stratejisi uygulanmıştır. Veri seti, "Bıçak Numarası" bazında gruplandırılmış; eğitim sırasında modelin hiç görmediği bıçaklar test setine ayrılarak, modelin genelleme yeteneği (yeni takılan bir bıçağı tahmin etme başarısı) gerçekçi bir şekilde ölçülmüştür.

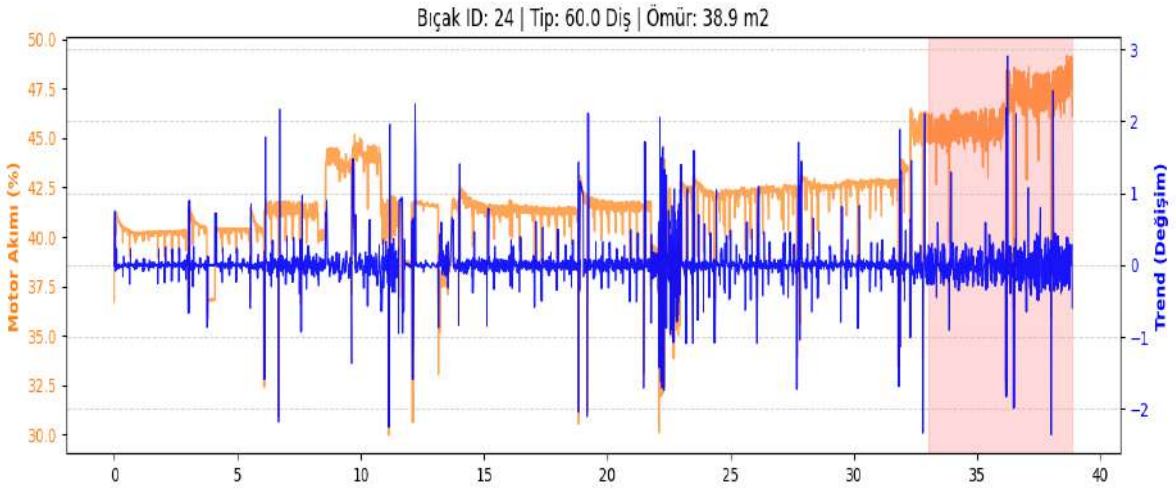
2.1.4. Hibrit RUL Hesaplama ve Karar Destek Algoritması

Makine öğrenmesi modelinden elde edilen ham "Sağlık Endeksi" çıktısı, endüstriyel saha gerçeklerine uygun hale getirilmek amacıyla deterministik kurallar ve istatistiksel yöntemlerle işlenerek son kullanıcıya sunulmaktadır.

- Dinamik Referans Ömür: Endüstriyel üretimde bıçakların ömrü standart sapma gösterir. Ortalama ömrü 20 m^2olan bir bıçağın 30 m^2 kesim yapması durumunda, klasik modeller negatif ömür tahmini üretebilmektedir. Bu çalışmada geliştirilen "Koşullu Beklenti

(Conditional Expectation)" algoritması ile; eğer bir bıçak ortalama ömrü aşmışsa, referans ömür dinamik olarak "Mevcut Metrekare + %5 Tampon" değerine ötelenmektedir. Bu yaklaşım, modelin istatistiksel ortalamadan uzun yaşayan kaliteli bıçaklara adapte olmasını sağlamaktadır.

- Stabilizasyon Filtresi: Fiziksel yasalar gereği, bir kesici takımın zamanla iyileşmesi (RUL değerinin artması) mümkün değildir. Ancak sensör gürültüleri modelin anlık olarak iyimser tahminler yapmasına neden olabilir [9]. Geliştirilen son işlem filtresi ile, modelin tahmin ettiği RUL değeri bir önceki zaman adımından yüksekse, bu artış baskılanmakta (sönümlendirilmekte) ve RUL eğrisinin monoton azalan bir karakter sergilemesi sağlanmaktadır. Bu sayede operatör ekranındaki "titreşimli" tahminler engellenmiş olur.
- Görsel Uyarı Mekanizması: Bıçağın sağlık endeksi kritik eşiğin (Threshold < 0.15) altına düştüğünde, bıçak artık "kaotik aşınma" bölgesine girmiş kabul edilir. Bu bölgede deterministik tahmin yapmak yerine, sistem operatörün dikkatini çekmek ve değişimi zorunlu kılmak amacıyla 0.1 ile 1.0 m²aralığında stokastik (rastgele) uyarı sinyalleri üretir. Bu yöntem, operatöre bıçağın artık güvenilmez olduğunu ve derhal değiştirilmesi gerektiğini görsel psikoloji prensiplerine uygun olarak bildirir.



- Çok Kanallı Uzaktan Bildirim Sistemi: Operatör paneli üzerindeki görsel uyarılara ek olarak, üretim sahasındaki fiziksel mesafeden bağımsız bir müdahale yeteneği kazandırmak amacıyla sisteme asenkron bir bildirim modülü entegre edilmiştir. İlk olarak makine parametrelerinin değerleri için sağlıklı bir aralık belirlenmiş olup değer aşımı veya alarm tespit edilmesi durumunda, sistem karar destek algoritması üzerinden bir tetikleyici (trigger) oluşturur.
- Bu tetikleyici, Python tabanlı SMTP protokolleri ve GSM ağ geçidi (API) servislerini devreye sokarak, tanımlı ilgili personellere (Bakım Mühendisi, Üretim Şefi vb.) anlık SMS ve E-posta iletileri gönderir. İletiler içerisinde; makine ID'si, anlık parametre aşım değeri ve aktif edilen alarm yer almaktadır. Bu yapı sayesinde, makine başında bulunmayan yetkililerin de bakım gereksiniminden gerçek zamanlı olarak haberdar olması sağlanmıştır.

2.2. Bulgular

Geliştirilen LightGBM tabanlı kestirimci bakım modeli ve bu modele entegre edilen kural tabanlı hibrit RUL hesaplama motoru, hem çapraz doğrulama (GroupKFold) setleri hem de eğitim setinde hiç yer almayan bıçaklar üzerinde kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir.

2.2.1. Model Performansı ve Özellik Analizi

Eğitilen LightGBM modelinin özellik önem düzeyleri (Feature Importance) incelendiğinde, "Kümülatif Stres" ve "Volatilite" parametrelerinin model başarısında en belirleyici faktörler olduğu görülmüştür. Bu durum, bıçak ömrünün sadece kesilen metrekareye değil, kesim sırasındaki anlık akım dalgalanmalarının (yorulma katsayısı) tarihçesine bağlı olduğunu matematiksel olarak kanıtlamaktadır.

Modelin ham "Sağlık Endeksi" tahminleri, gerçek kalan ömür ile karşılaştırıldığında:

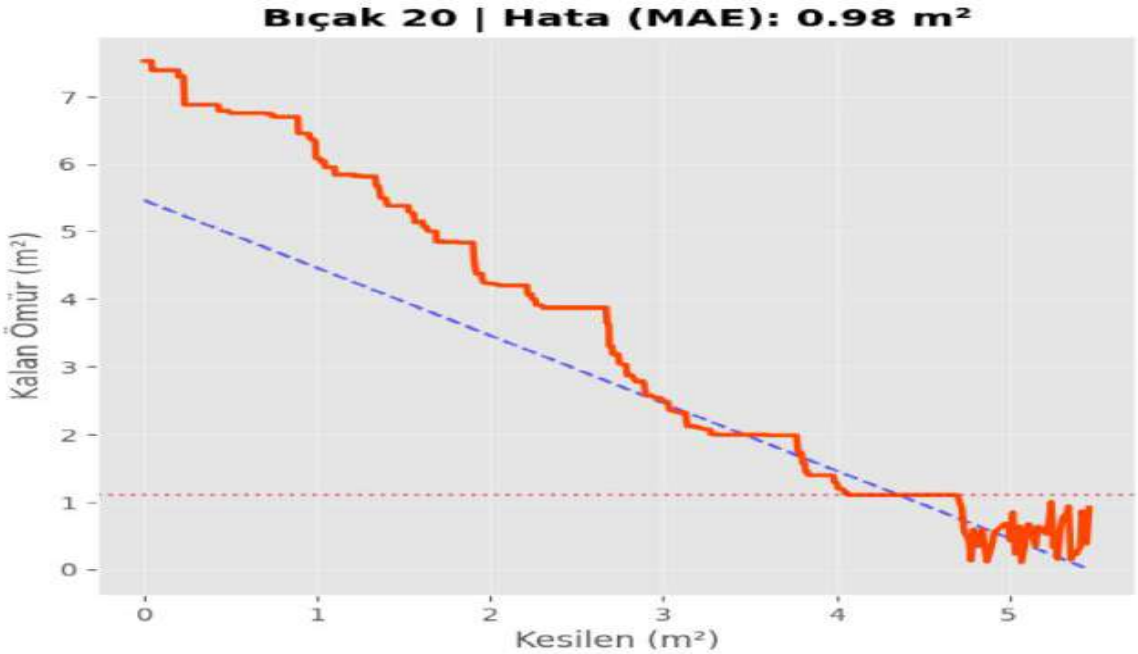
- Doğrusallık: Bıçak ömrünün ilk %60'lık kısmında (kararlı aşınma bölgesi) modelin tahminleri lineer bir düşüş sergilemiştir.
- Hassasiyet: Bıçağın son %20'lik ömrüne (hızlanmış aşınma bölgesi) girildiğinde, modelin türettiği "Sağlık Endeksi"nin eğimi artmış ve yaklaşan arızayı yüksek hassasiyetle yakalamıştır.
- Hata Metrikleri: Sistem genelinde yapılan testlerde, Ortalama Mutlak Hata (MAE) değerlerinin endüstriyel kabul sınırları içerisinde kaldığı gözlemlenmiştir. Hata dağılımı incelendiğinde, hataların %85'inin "erken uyarı" (tahmin < gerçek) yönünde olduğu, yani sistemin üretim güvenliğini riske atmayan "kötümser" tarafta kaldığı tespit edilmiştir.

2.2.2. Simülasyon Sonuçları ve Saha Validasyonu

Eğitim sürecinde modele gösterilmeyen bıçaklar kullanılarak, "Ortalama Ömür (Avg Life)" varsayımı altında çalışan canlı üretim simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Simülasyon çıktıları aşağıdaki kritik bulguları ortaya koymuştur:

- Güvenli Tahmin Profili (Safety Margin): Elde edilen RUL grafikleri incelendiğinde, modelin ürettiği turuncu tahmin eğrisinin (Simulated RUL), genellikle mavi referans eğrisinin (Real RUL) altında veya paralelinde seyrettiği görülmüştür. Örneğin, gerçek ömrü 15 m^2olan bir bıçak için sistem başlangıçta 20-25m^2 bandında bir hedef göstermiş; bıçak çalıştıkça bu hedefi dinamik olarak yukarı güncellemiştir. Bu davranış, bıçak henüz bitmeden operatörün hazırlık yapmasına olanak tanımaktadır.

- Stabilizasyon ve "Ölü Bıçak" Engelleme: Ham sensör verilerindeki gürültü nedeniyle modelin zaman zaman "bıçak iyileşti" (RUL artışı) sinyalleri ürettiği, ancak geliştirdiğimiz Monotonik Stabilizasyon Filtresi sayesinde bu hatalı sinyallerin sönümlendiği görülmüştür. Grafiklerde bu durum, RUL eğrisinin yukarı zıplamak yerine yatay bir "basamak" (staircase effect) oluşturması şeklinde gözlemlenmiştir. Bu sayede operatör ekranında tutarlı ve sürekli azalan bir sayaç yapısı sağlanmıştır.
- Kritik Bölge ve Görsel Uyarı: Bıçak ömrünün sonuna yaklaşıldığında (Sağlık Endeksi < 0.15), sistemin deterministik hesaplama modundan çıkarak "Stokastik Uyarı Moduna" geçtiği doğrulanmıştır. Simülasyonlarda, bıçak bitme noktasına geldiğinde RUL değerinin 0.1 ile 1.0 arasında dalgalanarak operatöre net, gözden kaçırılamaz bir "Acil Değişim" sinyali verdiği raporlanmıştır.



2.2.3Survivor Logic Başarısı:

Ortalama ömür beklentisini aşan bıçaklarda, sistemin "Sıfır" veya "Negatif" ömür göstermek yerine, referans noktasını otomatik olarak ötelediği ve takibi bırakmadığı (Continuous Tracking) doğrulanmıştır.

3. TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, endüstriyel kestirimci bakım uygulamalarında "Model Doğruluğu" kadar "Model Kararlılığı"nın da hayati öneme sahip olduğunu göstermektedir.

3.1 Derin Öğrenme vs. Hibrit Yaklaşım:

Literatürdeki LSTM veya CNN tabanlı modeller, çok büyük veri setlerine ihtiyaç duymakta ve eğitim süreleri saatler sürebilmektedir [3]. Oysa önerilen LightGBM + Kural Tabanlı Sistem mimarisi:

- Çok daha az veri ile (kısıtlı bıçak sayısı) eğitilebilmiş,
- Eğitim süresi dakikalar mertebesinde kalmış,
- "Survivor Logic" sayesinde istatistiksel ortalamadan sapan (outlier) durumlara, yeniden eğitime gerek kalmadan adapte olabilmiştir.

4.SONUÇ VE KAYNAKÇA

Bu çalışmada, şerit testere makineleri için LightGBM algoritması ve özgün bir son-işlemci motoru birleştirilerek hibrit bir kestirimci bakım sistemi geliştirilmiştir. Çalışmanın en özgün yönü, yapay zeka skorunu endüstriyel saha gerçeklerine uygun matematiksel kurallarla stabilize etmesidir.

Elde Edilen Kazanımlar:

- Operasyonel Güvenilirlik: Ani RUL değişimleri engellenerek operatör güveni kazanılmıştır.
- Kestirimci Bakım: Bıçaklar kırılmadan hemen önce değiştirilerek parça kalitesi korunmuş ve makine/malzeme hasarı engellenmiştir.
- Kaynak Optimizasyonu: Bıçakların erken değiştirilmesi yerine, gerçek sınırlarına kadar (%15 sağlık) kullanılması sağlanarak maliyet tasarrufu elde edilmiştir.
- Hızlı Reaksiyon Kabiliyeti: Entegre edilen SMS ve E-posta bildirim modülü sayesinde, uzaktaki teknik personelin kritik durumlardan anlık haberdar olması sağlanmıştır.

Gelecek çalışmalarda, sistemin farklı malzeme sertliklerini otomatik algılayıp referans ömrü dinamik değiştiren "Adaptif Referans Sistemi" ile geliştirilmesi ve uç cihazlarda (Edge Computing) çalıştırılması hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing letters, 3, 18-23.

[2] Teti, R., Jemielniak, K., O'Donnell, G., & Dornfeld, D. (2010). Advanced monitoring of machining operations. CIRP annals, 59(2), 717-739.

[3] Zhao, R., Yan, R., Chen, Z., Mao, K., Wang, P., & Gao, R. X. (2019). Deep learning and its applications to machine health monitoring. Mechanical Systems and Signal Processing, 115, 213-237.

[4] Ke, G., Meng, Q., Finley, T., Wang, T., Chen, W., Ma, W., ... & Liu, T. Y. (2017). Lightgbm: A highly efficient gradient boosting decision tree. Advances in neural information processing systems, 30.

[5] Si, X. S., Wang, W., Hu, C. H., & Zhou, D. H. (2011). Remaining useful life estimation – A review on the statistical data driven approaches. European Journal of Operational Research, 213(1), 1-14.

[6] O'Donovan, P., Leahy, K., Bruton, K., & O'Sullivan, D. T. (2015). An industrial big data pipeline for data - driven energy management methodologies in large - scale manufacturing facilities. Journal of Big Data, 2(1), 1-26.

[7] Dimla, D. E., & Lister, P. M. (2000). On-line metal cutting tool condition monitoring. I: Force and vibration analyses. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 40(5), 739-768.

[8] Lei, Y., Li, N., Guo, L., Li, N., Yan, T., & Lin, J. (2018). Machinery health prognostics: A systematic review from data acquisition to RUL prediction. Mechanical Systems and Signal Processing, 104, 799-834.

[9] Sankararaman, S., & Goebel, K. (2015). Uncertainty in remaining useful life prediction. Prognostics and Health Management (PHM), IEEE.

[10] Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2009). Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness. Penguin.

SONSUZ DİŞLİLER İÇİN KARŞILAŞTIRMALI GÜVENİLİRLİK ANALİZİ
COMPARATIVE RELIABILITY ANALYSIS FOR WORM GEARS

Accos. Prof. İftihar ÇELEBİ
Azerbaycan Teknik Üniversitesi, Makina imalatı ve metallurji fakültesi
ORCID NO: 0000-0003-2289-7931

ÖZET
Sonsuz dişli redüktörler, kompakt tasarımları, geniş dişli oranları, yüksek kendi kendine kilitleme, düşük gürültü ve yumuşak şanzımanları nedeniyle modern makine ve ekipmanların tahriklerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Öte yandan, bu redüktörler, yüksek aşınma ve yıpranma nedeniyle sonsuz dişli üretimi için pahalı malzemelerin kullanılması ile karakterize edilir. Bu nedenle sonsuz dişlilerin kullanım ömrünün değerlendirilmesine ilişkin çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada karşılıklı etkileşimleri olan sonsuz dişlilerin arıza kriterlerine göre diş kırılması ve aşınması karşılaştırmalı hizmet ömrü ve güvenilirlik analizi yapılmıştır. Bu analize dayanarak, sonsuz dişlinin modülünü düzgün seçmek için bir yöntem geliştirilmiştir. Çalışmalar, dişlerin eğilme mukavemetinin arttırılmasının hem tek taraflı hem de iki taraflı yüklerle büyük pratik öneme sahip olduğunu göstermiştir. Bu aynı zamanda, çalışma profillerini çalışmayanlarla değiştirerek bir tarafa yüklenen sonsuz dişlilerin hizmet ömrünü önemli ölçüde artırmayı mümkün kılar. Dişin çalışma yüzeyinin yoğun aşınması, kalınlığında bir azalmaya ve sonuç olarak eğilme mukavemeti kaybının bir sonucu olarak kırılmaya neden olabilir. Bu nedenle, dişin eğilme gerilmeleri ve aşınması kriterlerine göre hizmet ömrünün karşılaştırmalı bir analizi özellikle önemlidir. Yük yönünün değiştirilmesinin bronz alaşımlı sonsuz dişli çarkın dişlerinin eğilme dayanımı üzerindeki etkisini incelemek için testler yapıldı. Testler sırasında, her iki yöne yüklendiğinde beş milyon yük döngüsünden sonra bile çalışan ve zıt diş profillerinin arızalanmadığı tespit edildi. Eğilme dayanımı kriterine göre servis ömrü, dişlerin temas dayanımı kriterine göre servis ömrünü yeterince aşarsa, dişlerin çalışma profillerini belirli bir çalışma süresinden sonra çalışmayan profillerle değiştirerek, sonsuz dişlinin servis ömrünü yaklaşık % 30-50 oranında uzatmak mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Sonsuz Dişli, Arıza Analizi, Aşınma, Pitting, Diş Kırılması

ABSTRACT
Worm gears are widely used in the drives of today's machinery and equipment thanks to their compactness, large gear ratio, high self-locking, low noise and smooth gearing. On the other hand, these gearboxes are characterized by the use of the expensive material for the worm gear due to high wear. Therefore, studies on the lifetime evaluation of worm gears are of great importance. In this work, a comparative lifetime and reliability analysis of worm gears according to failure criteria tooth breakage and wear, which have mutual interactions, was carried out. Based on this analysis, a method for selecting the module on which the tooth root stress depends was developed. Studies have shown that increasing the bending strength of teeth is of great practical importance both with one-sided and with two-sided loads. This also makes it possible to significantly increase the service life of worm gears loaded on one side by replacing their working flanks with non-working ones. Intensive wear of the tooth's working

surface can lead to a decrease in its thickness and, consequently, to breakage as a result of loss of bending strength. For this reason, a comparative analysis of the service life according to the criteria of bending stresses and wear of the worm gear tooth is of particular importance. In order to study the effect of changing the direction of the load on the bending strength of the teeth of a bronze alloy worm wheel, tests were carried out. During the tests, it was found that the working and opposite tooth profiles do not fail even after five million load cycles when loaded in both directions. If the service life according to the criterion of bending strength sufficiently exceeds the service life according to the criterion of contact strength of the teeth, by replacing the working profiles of the teeth of the wheels with non-working profiles after a certain period of operation, it is possible to increase the service life of worm gears by about 30-50%.

Keywords: Worm Gear, Failure Analysis, Wear, Pitting, Tooth Breakage

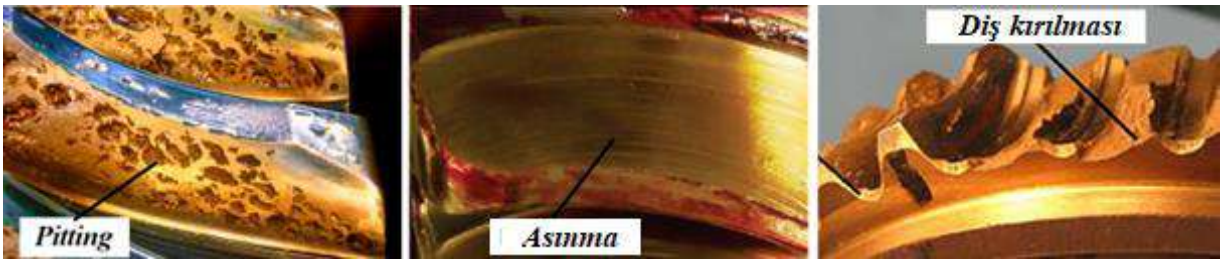
GİRİŞ

Sonsuz dişliler, kompaktlığı, büyük dişli oranı, yüksek kendinden kilitlemeli, düşük gürültülü ve yumuşak dişlileri sayesinde günümüz makine ve tesislerinin sürücülerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Öte yandan, bu şanzımanlar, yüksek aşınma nedeniyle sonsuz dişli için pahalı malzemenin uygulanmasıyla karakterize edilir. Bu nedenle, sonsuz dişli kutularının servis ömrü değerlendirmesi ile ilgili araştırmalar büyük önem taşımaktadır.

Pitting, aşınma, ve diş kırılması gibi sonsuz dişlilerindeki başlıca diş hasarları karşılıklı etkileşimlere sahiptir (DIN 3996, 2012). Tarım ve inşaat makineleri, taşıma ekipmanları, madencilik makineleri vb. sonsuz dişlilerde, dişlerin aşınması en sık görülür. Kritik bir pitting büyümesine ulaşıldığında, bir yandan aşındırıcı kayma aşınması artar, diğer yandan artan aşınma bazen pitting gelişiminin durmasına neden olabilir. Sürekli aşınma nedeniyle, pitting çoğu durumda tekrar kaybolabilir. Artan aşınma nedeniyle, sonsuz dişlinin diş kalınlığı yavaş yavaş azalır, bu da diş kırılma olasılığını önemli ölçüde artırır. Bu açıdan bakıldığında, bu çalışmada, diş yanak hasarının etkisi göz önüne alındığında, sonsuz dişlinin diş ayağı taşıma kapasitesinin olasılık teorisi değerlendirmesi yapılmıştır.

SONSUZ DİŞLİLER İÇİN HASAR ANALİZİ

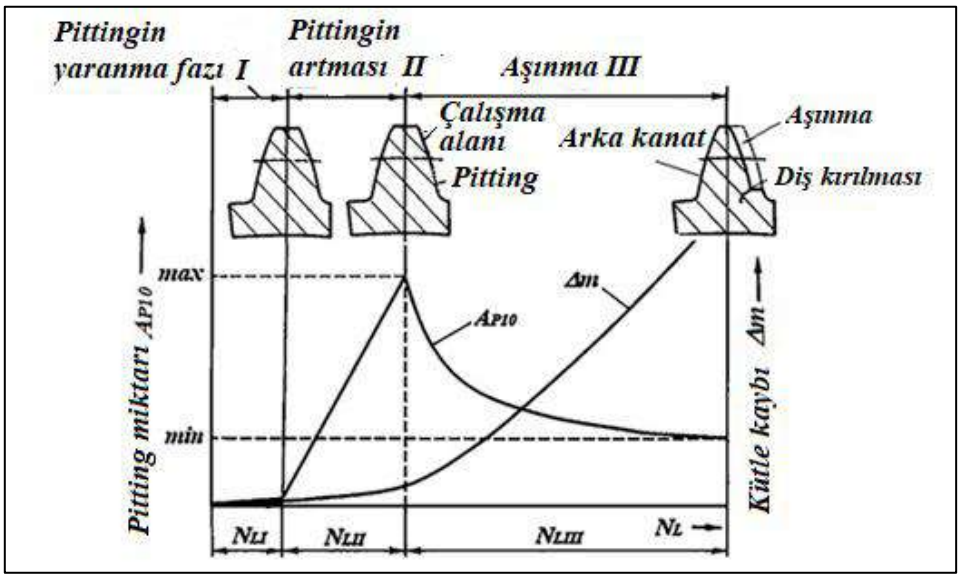
Bronz sonsuz dişlilerde, tekerlek şanzımanın en zayıf elemanıdır, bu nedenle hasarları çoğu durumda tüm şanzımanın güvenilirliğini ve ömrünü belirler. Zararların oluşması (Şek. 1) iki gruba ayrılabilir. Birinci grup, pitting ve aşınma gibi yan hasarları içerir; bunlar, temel olarak, kanat basıncının bir sonucu olarak sonsuz dişli dişlerinin ön kanadında meydana gelir. İkinci grup, dişin ön tarafında gerilme ve arka tarafında basınç gerilmeleri olarak ortaya çıkan σ_F diş ayağının gerilmeleri nedeniyle ortaya çıkan diş kırılmasını (dişin tabanında veya dişin yan tarafında şiddetli kırılma ve sürekli kırılma) içerir.



Şekil 1. Sonsuz dişli çarkında diş hasarları

Araştırmalar, pitting, aşınma ve diş kırılması gibi sonsuz dişlinin sık görülen diş hasarlarının karşılıklı etkileşimlere sahip olduğunu göstermektedir (DIN 3996, 2012). Kritik bir pitting büyümesine ulaşıldığında, bir yandan aşınma artar, diğer yandan artan aşınma, pitting

gelişiminin durmasına neden olabilir. Sürekli aşınma nedeniyle, pitting çoğu durumda tekrar kaybolabilir. Artan aşınma nedeniyle, sonsuz dişlinin diş kalınlığı yavaş yavaş azalır, Bu da diş kırılma olasılığını önemli ölçüde artırır. Yapılan araştırmalar sonucunda sonsuz tekerleklerin ömrü üç faza bölünmüştür (B. Rank, 1996) . Faz I sadece küçük bir pitting yüzdesi ve düşük kütle kaybı vardır (şekil 2). Faz II'de, kütle kaybı önemli ölçüde artmaz, ancak pitting bu fazın sonuna doğru maksimum değere yükselir. Aşınma fazı III'te pitting azalır ve düşük bir değere kadar durgunlaşır. Buna karşılık, kütle kaybı hızla artar ve diş ayağının belirgin şekilde zayıflamasına neden olur. Bu son aşama genellikle diş kırılması nedeniyle sonsuz dişli setinin tamamen arızalanması veya izin verilen aşınmanın aşılması nedeniyle bozulmuş tork iletim davranışı ile sona erer.



Şekil 2. Sonsuz dişli çark ömrünün fazları

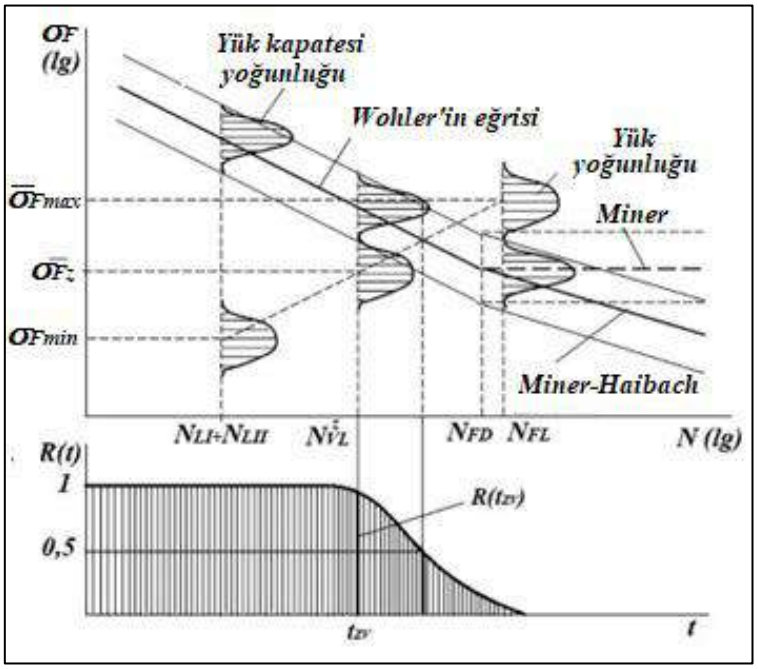
Şekil 2-den de görülebileceği gibi, dişin yüzeyine zarar, kural olarak, çalışma profillerinde meydana gelir. Ve çalışmayan ters profiller, uzun süreli kullanımdan sonra pratik olarak hasara karşı duyarlı değildir. Bu nedenle, ikinci çalışma aşamasının sonunda, çalışma profillerini çalışmayan profillerle değiştirerek sonsuz dişlinin dayanıklılığını artırmak mümkündür. Göründüyü gibi bu yöntemle, ömür artımı yaklaşık olarak NLI + NLII değerine kadar olacaktır. Pittingin büyüme aşamasının sonunda çalışmayan profilin etkinleştirilmesi, aşınma derecesi hala düşük olduğundan ve dişler çok az hasar gördüğünden, hizmet ömrünün önemli ölçüde artmasına neden olabilir. Bu, dişin kırılma ihtimalının pitting ve aşınma olasılığından daha az olduğu bir zamanda pratik öneme sahiptir. Yapılan çalışmalar, modülün değerleri 8 mm'den büyük olduğunda, normal yükler altında dişin kırılma olasılığının çok küçük olduğunu göstermiştir (Tschalabi, 2012). Bu yöntem uygulandığında sonsuz dişli mekanizmanın hizmet ömrünü yaklaşık% 30-50 artırma olasılığı doğrulanmıştır (Chalabi, 2022).

Dişin çalışma profilini çalışmayan bir profille değiştirmek aşağıdaki yöntemlerden biriyle yapılabilir:

1. Elektrik motorunun dönüş yönü değişir. Bu çok basit yöntem, yalnızca sürücünün dönme yönünün tesisin çalışma şeklini etkilemediği durumlarda kullanılabilir.
2. Sonsuz dişli kutusunun tamamen değiştirilmesi. Bu yöntem, elektrik motorunun dönüş yönünün değiştirilmesi operasyonel nedenlerden dolayı mantıklı olmadığında çift yürüyen merdiven sürücülerinde kullanılabilir.
3. Sonsuz tekerleğin tersine çevrilmesi. Bu prosedür, yukarıdaki yolların mümkün olmadığı genel durumlarda kullanılabilir.

SONSUZ DİŞLİ İÇİN GÜVENİLİRLİK ANALİZİ

Daha önce de belirtildiği gibi, sonsuz dişlinin güvenilirliği büyük ölçüde sonsuz dişlilerin dişlerinin aşınması nedeniyle diş kalınlığındaki azalmaya bağlıdır. Diş kırılması, sonsuz dişlide en tehlikeli hasardır. Ancak çoğu durumda diş kırılması, aşınma nedeniyle diş kalınlığının azalması nedeniyle ortaya çıkar. Şekil 3, aşınmanın bir sonucu olarak diş kalınlığındaki azalmayı dikkate alarak, diş kırılması nedeniyle sonsuz dişlinin çalışma olasılığını tanımlayan bir şemayı göstermektedir. Şekilden görülebileceği gibi, operasyonun ilk aşamasında, sonsuz dişlinin diş kırılması nedeniyle çalışma olasılığı çok yüksektir, çünkü dişin yanlarındaki aşınma çok düşüktür. Aşınmanın bir sonucu olarak diş kalınlığının azalmasıyla, diş ayağının gerilmesi ve dolayısıyla diş kırılma olasılığı artar. Diş ayak yükünün maksimum değerine ulaşıldığında, diş kırılması meydana gelir.



Şekil 3. Aşınmanın sonucu olarak diş kalınlığındaki azalma nedeniyle, diş kırılması ihtimalının şeması

Bununla birlikte, çoğu pratik durumda, diş kırığı oluşana kadar izin verilen aşınmanın aşılması meydana gelebilir. Bu nedenle, izin verilen aşınma meydana geldiği anda diş kırılma olasılığının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Mevcut yük ve yük kapasitesi çok sayıda etkileyen faktöre bağlı olduğundan, genel durumda bunların merkezi sınır değer kümesine göre yaklaşık olarak normal olarak dağıtıldığı varsayılabilir. Bu durumda, güvenilirlik (Bertsche, 2004) şeklindedir:

$$R(t_{ZV}) = \Phi\left(\frac{\bar{\tau}_{FG}^{Z} - \bar{\tau}_{F}^{Z}}{\sqrt{\left(V_{\tau FG}\cdot\bar{\tau}_{FG}^{Z}\right)^2 + \left(V_{\tau F}\cdot\bar{\tau}_{F}^{Z}\right)^2}}\right) \quad (1)$$

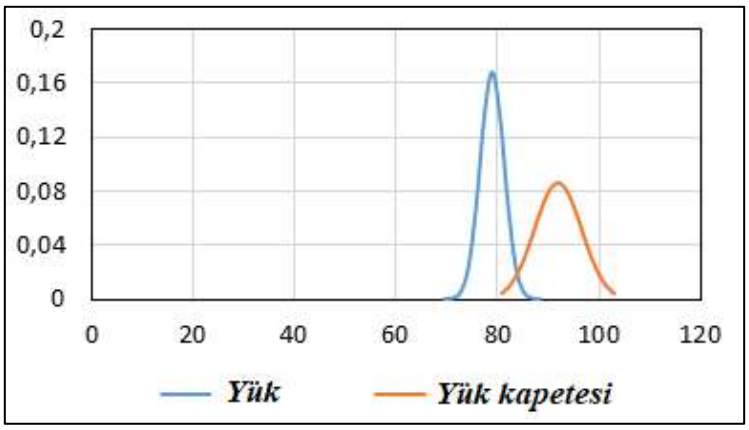
burada, $\Phi(x)$ - standart normal dağılımın işlevidir (Storm, 1995). $V_{\tau FG}$, $V_{\tau F}$ – yük kapasitesi ve yük varyansları; $\bar{\tau}_F^Z$ - izin verilen aşınmanın meydana geldiği anda diş ayağı yükünün ortalama değeri; $\bar{\tau}_{FG}^Z$ – izin verilen aşınmanın meydana geldiği anda diş ayağı üzerindeki itme geriliminin sınır değerinin ortalama değeri.

Bu durumda, $\bar{\tau}_{FG}^Z$ aşağıdaki şekilde elde edilebilir (Bertsche, 2004):

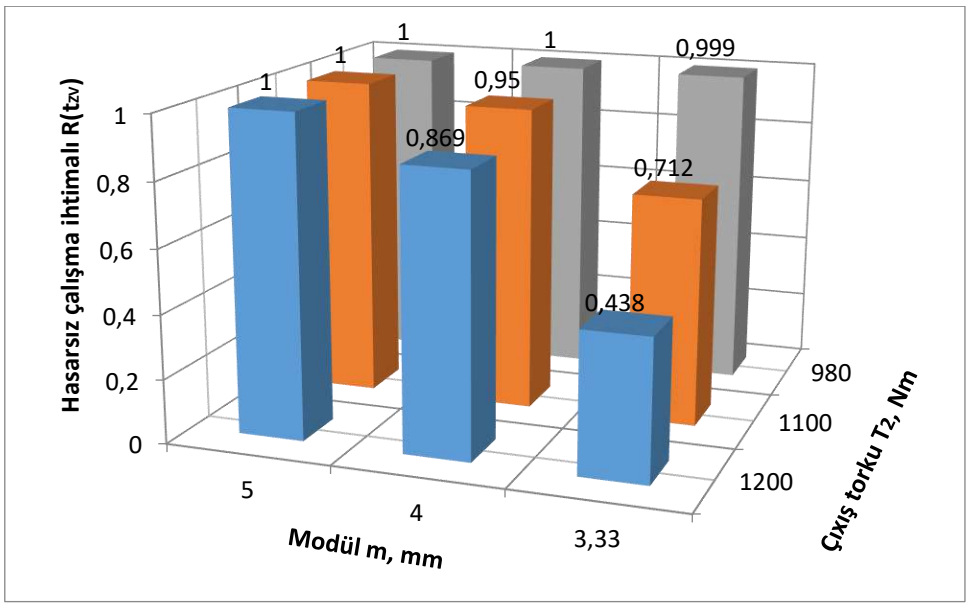
$$\bar{\tau}_{FG}^{Z} = \bar{\tau}_{Flim}\cdot\left(\frac{N_{FD}}{N_{VL}^{Z}}\right)^{\frac{1}{k}} \qquad \bar{\tau}_F^Z \geq \tau_{Flim} \text{ oldukda,} \quad (2)$$

$$\bar{\tau}_{FG}^{z} = \bar{\tau}_{Flim} \cdot \left(\frac{N_{FD}}{N_{VL}^{z}}\right)^{\frac{1}{2k-1}} \qquad \bar{\tau}_{F}^{z} < \tau_{Flim} \text{ oldukda.} \qquad (3)$$

Şekil 4, a=100 mm, u=20.5, m=4 mm ve T_2=1200 Nm ile sonsuz dişli için diş ayak yükü ve taşıma kapasitesinin yoğunluk fonksiyonlarını göstermektedir (Aşınma Δs_{lim}=1,2 mm oldukda). Denklem (1) göre hesaplama bu durum için hayatta kalma olasılığı $R(t_{ZV})$=0,869 olduğunu gösterdi. Burada yük kapasitesi ve yük $V_{\tau FG}$=0,05 ve $V_{\tau F}$=0,03 varyans varsayılmıştır. Farklı boyutlar ve yükler için de uygun hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamaların sonuçları şekil 5'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Bu tür hesaplamalar, farklı arıza kriterlerine göre karşılaştırmalı bir ömür ve güvenilirlik analizi yapılmasını mümkün kılar. Geometrik ve kinematik parametrelerin yanı sıra sonsuz dişli için malzemelerin doğru seçimi ile diş ayak mukavemeti arttırılabilir.



Şekil 4. a=100 mm, u=20.5, m=4 mm ve T_2=1200 Nm ile sonsuz dişli için diş ayak yükü ve taşıma kapasitesinin yoğunluk fonksiyonları (aşınma Δs_{lim}=1,2 mm oldukda).



Şekil 5. Cusn12-C-GZ sonsuz dişlisinin diş kırılması nedeniyle hayatta kalma olasılığı farklı modüller ve çıkış torkları için izin verilen aşınma anında (a=100 mm, n_1 = 500 min^{-1})

SONUÇLAR

1. Sonsuz dişlilerin kırılma ve aşınma kriterlerine göre servis ömrü oranı, şanzımanın geometrik ve kinematik parametrelerine, malzemelerin mekanik özelliklerine bağlıdır. Modüllerin arttırılması ömür oranını artırabilir;

2. Araştırmalar, sonsuz dişlilerde yan hasarların genellikle diş ayağı hasarından daha erken ortaya çıktığını göstermektedir.
3.Belirli bir çalışma süresinden sonra sonsuz dişlinin arka kanadını etkinleştirerek, şanzıman milinin dönme yönü tüm çalışma ömrü boyunca değiştirilmezse, sonsuz dişlinin ömrü arttırılabilir.

KAYNAKLAR

DIN 3996 (2012): Tragfähigkeitsberechnung von Zylinder-Schneckengetrieben mit sich rechtwinklig kreuzenden Achsen. *Beuth-Verlag, Berlin, Köln.*
Rank, B. (1996) Versuche zur Grübchentragfähigkeit von Schneckengetrieben: Untersuchungen an Zylinder-Schneckengetrieben - Grübchenbildung, Verschleiß. *TU München. FVA-Forschungsvorhaben 12/IV. Heft 494.*
Tschalabi, I., Leidich, H., Reißmann, J. (2012) Lebensdauererhöhung von Schneckengetrieben durch Flankenwechsel der Radzähne. *ANT Journal, Nr. 12, S. 14-17.*
Chalabi, I (2022). Comparative service life analysis for worm gears according to different failure criteria. *Machine science. No. 2, p. 44-53.* https://msj.aztu.edu.az/uploads/2022_2.pdf.
Bertsche, B., Lechner, G (2004) Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau. *Springer: Berlin, Heidelberg.*
Storm, R (1995) .Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematische Statistik und statistische Qualitätskontrolle. *Fachbuchverlag, Leipzig, Köln.*

THE COLLECTIVE MANAGEMENT ORGANIZATIONS IN ALBANIA. PRESENT EXPERIENCES AND FUTURE CHALLENGES.

Dr. Ilda Muçmataj
Faculty of Law, University of Tirana
ORCID link: https://orcid.org/0009-0007-7590-2470

Abstract

The widespread digitization of content in the current internet age has transformed the distribution and use of creative works, raising concerns about the potential exploitation of copyrighted works. Authorization of utilization and fair compensation for authors or right holders are essential components of copyright. The lack of appropriate remuneration diminishes the drive for innovation, posing a challenge for the creative community. Collective management organizations facilitate licensing, protect and administer copyright, and guarantee that authors and rights holders receive equitable compensation. They therefore play an essential role in addressing these issues.
This article explores the vital role of Collective Management Organizations (CMAs) in Albania's creative and cultural sectors. It aims to provide readers with a comprehensive understanding of collective management's role in copyright and related rights in Albania, while emphasizing the essential functions these organizations perform. Nevertheless, it's important to recognise the practical difficulties these organizations face due to evolving market conditions and regulatory frameworks, which can considerably affect their efficiency. By addressing these challenges and improving the functionality of CMAs, there is a potential for increased innovation, better protection of authors and rights holders, and a more robust creative economy. This paper examines the operational mechanisms of CMAs in Albania, emphasizing their impact on rights holders, the economy, and overall social development. In addition, the article offers recommendations to improve the functionality and effectiveness of CMAs in Albania, particularly in the online environment.

Keywords: *collective administration, copyright and related rights, one-stop-shop, remuneration, right holders.*

1. Introduction

Copyright and related rights serve as a fundamental instrument for fostering human creativity, as they ensure that authors receive recognition for their intellectual contribution, fair remuneration, and legal protection against the unauthorized reproduction or use of their works.[1] Within the civil law tradition, of which Albania is a part, these rights are generally conceived as subjective rights that may be exercised either individually by authors or, where applicable, through collective management.
Throughout its history, copyright law has been significantly shaped by technological developments, and this influence continues to persist. The emergence and evolution of the internet, as a technological, social, and cultural phenomenon, have fundamentally transformed the way copyrighted works circulate, creating new challenges for the protection and

[1] Štrba, Isiko Susan. *International Copyright Law and Access to Education in Developing Countries: Exploring Multilateral Legal and Quasi-Legal Solutions*. Leiden: Martinus Nijhoff Publishers, 2012, 18.

enforcement of copyright and related rights. In the digital environment, works are distributed in real time and becomes accessible immediately worldwide, often without geographical limitations and at minimal cost.[2] Diverse models of distribution and utilization propel this dynamic. On the one hand, "peer-to-peer" platforms have facilitated the direct exchange of content, where technologies such as BitTorrent have made the copying and circulation of files rapid, decentralized, and harder to trace.[3] On the other hand, user-generated content platforms (e.g., YouTube) and social networks (Facebook, Instagram, TikTok, etc.) have multiplied the production and dissemination of audiovisual materials.[4] At the same time, large information repositories (such as Wikipedia) and search engines (Google, Yahoo, etc.) have significantly increased the speed of locating, reusing, and circulating content.[5] The broadening of access and dissemination has increased the risk of mass infringements of rights, such as unauthorized distribution of shared files, unlicensed uses, and wide-scale exploitation, which are often challenging to identify. Consequently, legal certainty and the effectiveness of rights-management mechanisms assume particular importance. Under these circumstances, the individual administration of rights usually becomes practically impossible or economically unjustifiable: a single author can hardly monitor thousands of fragmented, rapid, and frequently cross-border uses. Therefore, collective management constitutes a more functional and efficient response: by centralizing licensing, the collection, and the distribution of remuneration through collective management organizations, the system gains greater monitoring capacity, reduces transaction costs, and creates a more stable basis for the enforcement of rights in a digital environment where infringements cannot be addressed on a case-by-case basis.[6]

At the European level, the European Union has been continuously undertaking efforts to reform the legal framework governing collective management and the online use of works. Directive 2014/26/EU7 (hereafter referred to as CRM Directive) introduced new rules on the functioning of collective management organizations and laid the groundwork for multi-territorial licensing, particularly for online musical works, thereby increasing transparency and competition in the digital market.[8] Furthermore, the need to unify the Digital Single Market led to the adoption of Directive (EU) 2019/790,[9] (here after referred as DSM Directive) which aims to update rules to the online environment by including modern provisions on online publications, the liability of content-sharing platforms, and extended collective licensing, seeking to strike a balance

[2] Seville, Catherine. *EU Intellectual Property Law and Policy*. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2009, 8.

[3] Mateus, Alexandre M. and Peha, Jon M., *Quantifying Global Transfers of Copyrighted Content Using BitTorrent* (September 24, 2011). TPRC 2011, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=1985737

[4] For a detailed analysis, see: Senftleben, Martin, User-Generated Content – Towards a New Use Privilege in EU Copyright Law (June 16, 2018). *Research Handbook on Intellectual Property and Digital Technologies*, Tanya Aplin, ed., Cheltenham: Edward Elgar Publishing 2019, Forthcoming, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3325017

[5] For more info, see: Rotenberg Boris, Compano Ramon. Search Engines for Audio-Visual Content: Copyright Law and its Policy Relevance. In: Peter Curwen, Justus Haucap and Brigitte Preissl, editors. Telecommunication Markets - Drivers and Impediments. Heidelberg and New York (Germany): Springer-Physica; 2009. p. 113-139. JRC46247.

[6] World Intellectual Property Organization (WIPO). Collective Management of Copyright and Related Rights. 3rd ed. Geneva: World Intellectual Property Organization, 2022.

[7] Directive 2014/26/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on collective management of copyright and related rights and multi-territorial licensing of rights in musical works for online use in the internal market Text with EEA relevance OJ L 84, 20.3.2014, pp. 72–98

[8] Kur, Annette, Thomas Dreier, and Stefan Luginbuehl. *European Intellectual Property Law: Text, Cases and Materials*. 2nd ed. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2019, 294.

[9] Directive (EU) 2019/790 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 on copyright and related rights in the Digital Single Market and amending Directives 96/9/EC and 2001/29/EC (Text with EEA relevance.) PE/51/2019/REV/1 OJ L 130, 17.5.2019, pp. 92-125

approach among authors/right holders, users, and cultural heritage institutions.[10] These European standards have also served as a reference point for Albania in the process of aligning with the acquis communautaire.
In this context, this paper examines the regulatory framework for collective management in Albania and the degree of its approximation with the acquis communautaire, followed by an analysis of the practical challenges, including those arising from the virtual environment, concerning the protection and enforcement of copyright and related rights.

2. The System of Collective Management in Albania: Approximation and Gaps

The history of collective management of rights is closely linked to the practical need to make the economic protection of creators enforceable in the face of mass and dispersed uses of works. In legal doctrine, the story of the rise of collective management is often traced back to France, to the playwright Pierre-Augustin Caron de Beaumarchais, in the dark and dingy Parisian theatres of the eighteenth century.[11] This historical origin also explains the functional rationale of collective management: certain rights (such as the public communication of music, use across multiple premises, or online exploitation) are challenging, indeed practically impossible, to exercise individually, while the number of users and the forms of exploitation continue to increase with technological development.[12]As these practical pressures intensified and cross-border exploitation became more routine, the need for coordination beyond national systems became increasingly evident, leading the way for regulatory intervention at the European Union level.

At the EU, the development of a harmonized framework for authors and related rights holders is embodied in a broad corpus of instruments (directives and regulations) that harmonize the core rights of authors, performers, producers, and broadcasters.[13] As regards collective management, the central instrument is Directive 2014/26/EU. This Directive pursues a twofold objective: first, to establish rules on transparency and good governance for the collective management of copyright and related rights; and second, to create a legal framework that promotes, in the field of music, multi-territory and multi-repertoire licensing by collective management organizations (CMOs).[14] The Directive seeks to coordinate national rules on access to the activity of collective management, and on the governance and oversight of these organizations, by requiring non-discriminatory licensing, cooperation with counterpart organizations abroad, faster access to repertoires, as well as functional mechanisms for the identification of works, accurate invoicing, and the timely distribution of revenues. In substance, it acknowledges that rights may be managed individually or collectively, while in practice, it strengthens collective management precisely where uses are mass-scale, dispersed, and difficult

[10] Kur, Annette, Thomas Dreier, and Stefan Luginbuehl. *European Intellectual Property Law: Text, Cases and Materials*. 2nd ed. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2019, 330-334.
[11] Daniel GervGervais, Daniel. "Collective Management of Copyright: Theory and Practice in the Digital Age." In *Collective Management of Copyright and Related Rights*, 2nd ed., edited by Daniel Gervais, 3. Alphen aan den Rijn: Kluwer Law International, 2010.
[12] World Intellectual Property Organization (WIPO). *Collective Management of Copyright and Related Rights*. 3rd ed. Geneva: World Intellectual Property Organization, 2022, 15.
[13] [13] European Commission, "Copyright Legislation," *Shaping Europe's Digital Future*, accessed December 7, 2025, https://digitalstrategy.ec.europa.eu/en/policies/copyright-legislation
[14] Guibault, Lucie, and Stef van Gompel. "Collective Management in the European Union." In *Collective Management of Copyright and Related Rights*, 3rd ed., edited by Daniel Gervais, 139. Alphen aan den Rijn: Kluwer Law International, 2015.

to monitor on an individual basis.[15] Subsequently, in the course of developments and with the consolidation of the Digital Single Market agenda, the EU adopted Directive (EU) 2019/790, marking a further stage: not only harmonization for digital uses, but also new mechanisms such as the utilization of out-of-commerce works by cultural heritage institutions and extended collective licensing. The functioning of these mechanisms depends on a solid system of collective management, including good governance, transparency, reporting, regular distribution, and timely payments. It also reinforces the principle of fair remuneration for rightsholders and clarifies the roles of digital actors, including platforms.[16]

In Albania, copyright and related rights, part of a broader regulatory field known as intellectual property law, enjoy constitutional protection. Article 58 of the Republic of Albania Constitution provides that: "Freedom of artistic creation and scientific research, their application, as well as benefiting from their achievements, are guaranteed for all. Copyright is protected by law."[17] This provision is implemented through Law No. 35/2016 "On Copyright and Other Related Rights", as amended (hereafter referred to as ACL),[18] which has incorporated the standards of international instruments ratified by the Republic of Albania, as well as the standards of the EU acquis Communautaire with which Albanian legislation has been approximated. The legal and institutional framework also serves to fulfil legal obligations arising from the Stabilisation and Association Agreement (SAA) and the EU accession negotiations, in particular regarding Chapter 7 "Intellectual Property Law".[19] Overall, Albania has taken significant steps towards EU standards by fully transposing seven EU directives and partially transposing five, including partial alignment with the CRM Directive. However, the DSM Directive has not yet been transposed, leaving room for further improvements, particularly regarding new issues of online uses, platforms, and licensing mechanisms (such as out-of-commerce works and extended collective licensing). Albania is also not yet aligned with the EU acquis on copyright and related rights applicable to certain online transmissions by broadcasting organizations and the retransmission of television and radio programmes (SatCab II). In addition, Albania has not aligned with the EU acquis on the cross-border portability of online content.[20] The amendments to the Copyright Law planned for 2025 are expected to achieve full alignment in this area.[21]

Pursuant to Article 1 of the ACL, which defines its object and purpose, the Law aims to guarantee and protect authors' rights and other related rights by laying the foundations for a safer environment for creators, artists, rightsholders, and users. At the same time, it seeks to promote access to education and culture, as well as to foster the development of artistic and

[15] Kur, Annette, Thomas Dreier, and Stefan Luginbuehl. *European Intellectual Property Law: Text, Cases and Materials*. 2nd ed. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2019, 324-27.
[16] For a detailed analysis of this directive, see: Stamatoudi, Irini, and Paul Torremans. "The Digital Single Market Directive." In *EU Copyright Law: A Commentary*, 2nd ed., edited by Irini Stamatoudi and Paul Torremans, 651-762. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2021.
[17] Constitution of the Republic of Albania, adopted by Law No. 8417, dated October 21, 1998, as amended. Official Gazette No. 37, dated 09.03.2022.
[18] Law No. 35, dated 31.03.2016, "On Copyright and Other Related Rights" Official Gazette No. 64, dated 20.04.2016; Decree No. 13605, dated 6 May 2022, on the promulgation of Law No. 37/2022, "On Amendments and Additions to Law No. 35/2016, "On Copyright and Other Related Rights." Official Gazette No. 69, dated 11 May 2022.
[19] Law No. 9590, dated 27.07.2006, the Stabilization and Association Agreement, between the European Communities and their Member States, on one part, and the Republic of Albania, on the other part. L. 107 / 166, Official Journal of the European Union, dated 28.04.2009. See, in particular, articles 70 and 73 of SAA.
[20] See European Commission, *Screening Report Albania – Cluster 2: Internal Market* (February 4, 2025), 57, https://enlargement.ec.europa.eu/document/download/c9fc6d1e-a6c3-4388-82e8-ca834ddbf762_en?filename=AL+Cluster+2_screening+report_Public_20250204.pdf
[21] The Draft law and related documents available at: https://konsultimipublik.gov.al/Konsultime/Detaje/828

scientific creativity. The Law protects both moral (non-property) rights and economic (property) rights, clearly linking each use of a work to the right to remuneration.[22]

The ACL explicitly regulates the administration of copyright and related rights in Part V. Copyright and related rights may be administered separately on an individual basis for each author's work, or jointly, on a collective basis, through collective management agencies, for several works authored by various authors at the same time.[23] These rules, with the relevant adaptations, also apply to related rights. The activities of copyright and related-rights management are specified in Article 128 of the ACL and include one or more of the following activities:

- granting authorization for use of the protected subject matter, where such authorization is provided for by law;
- collecting remuneration for the use of the protected subject matter;
- distributing collected remuneration to the rightsholder;
- monitoring the use of the protected subject matter;
- initiating and conducting enforcement procedures in cases of infringement of the managed rights.

The collective management of rights is provided by Article 130 of the ACL,[24] while the rights subject to mandatory collective management are listed in Article 131 of the same Law. In cases of mandatory collective management, the legal presumption of representation applies, under which the relevant collective management agency is considered ipso jure to represent all rightsholders for the relevant category of rights and repertoire, regardless of whether those rightsholders are members of the agency. This provision, set out in paragraph 3 of Article 131 of the ACL, is essential to ensuring the functionality and universal representativeness of the managed repertoire.

Collective management of copyright (including mandatory collective management) is carried out by Collective Rights Management Agencies (hereafter referred to as CMA). CMAs play an important role in promoting diversity of cultural expression by enabling even smaller or lesser-known repertoires to enter the market and by providing social, cultural, and educational services for the benefit of owners or rightsholders.[25]

CMAs are legal entities established by holders of copyright and related rights, whose activities consist of collecting revenues from the use of works and distributing them to the right holders.[26] The administration of rights through collective management agencies, and their functions, rights, and obligations, are set out in Articles 136 and 137 of the ACL, as amended. They are licensed by the ministry responsible for copyright,[27] following the proposal by the Directorate for Copyright. These licenses have a three-year validity period and are renewable.[28] The

[22] See, in full, Chapter III of Law No. 35/2016, as amended. Article 20 specifies the categories of rights. Section 1 (Articles 21-24) sets out the moral rights, while Section 2 (Articles 25-30) sets out the exclusive economic rights. Section 3 then provides for other economic rights (Articles 31-39).

[23] Article 127 of ACL as amended.

[24] Pursuant to the contract with the author, as provided for in Article 132 of the ACL, as amended.

[25] Recital 3, Directive 2014/26/EU on collective rights management and multi-territorial licensing of rights in musical works for online uses.

[26] Albunesa, Uarda. *E drejta e autorit në legjislacionin Shqiptar dhe atë Europian: Përqasja mes tyre*. Doctorate thesis, Tiranë, 2015, 74. https://unitir.edu.al/doktoratura-uarda-albunesa-instituti-studimeve-europiane

[27] Ministry of Economy, Culture, and Innovation (MECI) has recently been restructured into the Ministry of Tourism, Culture, and Sport (MTCS). See Albania, Council of Ministers, Decision No. 512, "On the Determination of the Scope of State Responsibility of the Ministry of Tourism, Culture, and Sport," 25 September 2025, *Official Gazette* 172 (2025); and Decision No. 30, "On the Determination of the Scope of State Responsibility of the Ministry of Economy, Culture, and Innovation," 17 January 2024, *Official Gazette* 14 (2024).

[28] Article 134 of ACL (as amended).

licensing and renewal process for collective management organizations was completed in 2024, resulting in four active CMOs:

- The Agency for the Collective Administration of Performers' Rights (A.K.D.I.E.);
- The Agency for the Collective Management of Authors' Rights (ALBAUTOR), covering literary, artistic, and scientific works;
- The Agency "Faber Collective Phonogram", responsible for phonogram producers' rights;
- The Audiovisual, Artistic, and Documentary Film Agency (F.A.A.D.), covering authors' and producers' rights in audiovisual works.[29]

However, alongside significant steps undertaken in the normative framework, challenges remain in implementation and hinder the efficient functioning of the system. These include: low revenue collection by CMAs; insufficient financial resources to sustain expanded human-capital capacity; issues with the prescribed tariff methodology; the need to intensify awareness-raising campaigns; lack of cooperation among CMAs; and a deficit of trust between CMAs and users.[30] Performance-related problems have also been identified (including non-compliance with the requirement to maintain administration costs within 30% in rapport of the total renumeration distributed to rightsholders; low levels of remuneration distribution to author/rightsholders; failure to distribute the collected remunerations from users, which at the end of the financial year should be deposited into a special fund under the Ministry of Culture for the benefit of rightsholders for three years; and lack of review of the overall performance of executive bodies).[31] In this sense, alignment with the EU is not merely a matter of transposing directives; it also requires strengthening transparency, efficiency, and accountability, values at the core of the European model of collective governance. Accordingly, the approach process should translate into continuous improvements in the functioning of collective management organizations (CMAs), particularly in enforcement, royalty collection, and timely payments to rights holders.[32]

3. The SUADA One-Stop Shop - Albania's Experience with Centralizing Collection

The One-Stop Shop for the Administration of Copyright (SUADA) represents one of the most distinctive innovations of the Albanian model of collective management and was conceived as a "one-stop shop" for the collection of remuneration on behalf of all licensed Collective Management Agencies (CMAs). In this way, users who use music or other works in their day-to-day activities do not need to negotiate with multiple agencies; instead, they interact with a

[29] Order No. 1046, dated 02.12.2024- license renewal for the "Agency for the Collective Administration of Performers' Rights" (A.K.D.I.E.). Order No. 1047, dated 02.12.2024- license renewal for the Agency for the Collective Management of Authors' Rights (ALBAUTOR), covering literary, artistic, and scientific works. Order No. 1048, dated 02.12.2024- license renewal for "Faber Collective Phonogram," responsible for phonogram producers' rights. Order No. 1049, dated 02.12.2024, new licensing of the Audiovisual, Artistic, and Documentary Film Agency (F.A.A.D), covering authors' and producers' rights for audiovisual works. Official Gazette No. 205 dated 05.12.2024

[30] In the Decision of Council of Ministers No. 350, dated 26.05.2022, "On the approval of the National Strategy for Intellectual Property 2022 - 2025", pp. 50. Official Gazette No. 85, dated 07.06.2022, see SKPI 2022-2026, the questionnaire developed by the WIPO for collective management agencies.

[31] Supreme State Audit, *Performance Audit Report: "Ensuring the Protection of Copyright"* (Tirana, 2023), Finding no. 4, 41.

[32] European Commission, Commission Staff Working Document: Albania 2025 Report, SWD(2025) 750 final (Brussels, November 4, 2025), 12, available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A52025SC0750

single point of contact, aiming to reduce transaction costs and standardize authorization procedures.[33]

From a normative perspective, SUADA is grounded in Article 138 of the ACL as amended and is tailored by sublegal acts.[34] It operates as a legal entity registered as a non-profit organization. This centralized unit brings all licensed Collective Management Organizations (CMAs) under a single umbrella, facilitating authorization procedures and reducing transaction costs for users. It operates with a unified remuneration tariff Methodology covering all categories of rights. Its primary role is to collect and distribute copyright revenues to rightsholders. Since its establishment, individual CMAs have no longer been permitted to collect revenues independently. This indicates a formal consolidation of the institutional architecture.

Representatives of the licensed CMAs participate in SUADA's highest decision-making body, aiming to establish a governance structure that ensures the representation of the interests of all collective management agencies. Its mission is to effectively collect remuneration tariffs from user entities and distribute these revenues to the licensed CMAs in the proportions provided under the ACL.[35] In this logic, SUADA is required to implement the law and sublegal acts legislation concerning collection and distribution, guided by the principles of transparency, accountability, and efficiency.

From a performance point of view, data on collections and authorizations for the period 2022 - 2024 suggest both potential and variability that require institutional and economic analysis:

SUADA revenues collected (2022 - 2024)[36]

Year	Total revenue (ALL)	The number of authorized users
2022	60,090,574	268 authorizations
2023	75,815,991	268 authorizations
2024	42,539,255.48	206 authorizations

These indicators are important for evaluating the progress of the revenue-collection system within collective management, identifying trends in tariff payments, and highlighting issues that require intervention. Specifically, the decline in revenues and in the number of authorizations in 2024 raises the need for a reasoned analysis of the underlying explanatory factors.

Nevertheless, SUADA should not be viewed merely as a solution to fragmentation. Analytically, its real effectiveness can be measured by two outcomes: (i) the level of user compliance with payment/authorization obligations, and (ii) the speed, accuracy, and fairness of distribution. In this context, it becomes evident that centralization, while reducing the procedural burden on users, does not automatically resolve the enforcement challenge. In this regard, findings from the report of the Supreme State Audit Institution, identify several structural weaknesses that affect the credibility of the mechanism such as: lack of transparency regarding the criteria for

[33] Sheqi, Enea. *E Drejta e autorit: Teori, raste dhe komente*. Tirana, 2021, 256-257.

[34] S.U.A.D.A. is initially organized by Minister of Culture Order No. 663/2017, later repealed and reorganized under Order No. 777, dated 24.11.2023, which defines its organization, functions, and activities as the single office responsible for collecting copyright remunerations. Official Gazette No. 179, dated 13.12.2023

[35] See articles 138-140 of ACL as amended.

[36] National Council for Copyright and Related Rights (NCC), Decision No. 2, "On the Approval of the Methodology and the Level of the Remuneration Fees for Works Protected by Copyright under the Collective Management System," August 21, 2025; and NCC, *Explanatory Report to Decision No. 2 (August 21, 2025)*, 25.

selecting subjects that are formally notified to obtain a copyright authorization; low intensity of follow-up on infringements (e.g., 10 lawsuits filed over the period 2019 - 2022, an average of 2.5 alleged infringements per year); performance remaining below the objective of tracking and reporting infringers of copyright; and failure to establish the network of representative offices (at least one office in each district).[37]These challenges suggest that SUADA addresses fragmentation in intermediation but requires stronger enforcement capacity, clearer transparency mechanisms, and broader operational infrastructure so that the legal norm can translate into actual collection and collection into credible distribution, ensuring an effective mechanism for the economic protection of copyright.

4. Renumeration Tariffs

Renumeration tariffs constitute the financial "engine" of collective management: without tariffs that are clear, justified, and genuinely enforceable, the entire mechanism risks remaining a mere formality, with no tangible effect on the remuneration of authors and rightsholders. These tariffs are comprehensive in scope, collected from users for each mode of exploitation of a work, and subsequently distributed to rightsholders in accordance with the rules of collective management.

The Albanian regulatory framework established the tariff-setting procedure in Article 142 of ACL as amended, to ensure a balance between the interests of authors/rightsholders and users' need for predictability and proportionality. First, tariffs are determined through a comprehensive agreement concluded between the relevant Collective Management Agency (CMAs) and representatives of users' associations; where this is not possible, they are set by the decision of the National Copyright Council (hereinafter the NCC).[38] The final NCC decision is published on the official website of the Ministry of Culture and may be appealed before the administrative court, but without suspending the application of the tariffs at issue, an approach intended to safeguard market stability and the continuity of remuneration. The NCC functions as an institutional balancing mechanism. The copyright and relayed rights law expressly grants the NCC competence to approve the methodology and the level of remuneration tariffs (in particular through Article 156), establishing a structured administrative procedure (Articles 142-147), the principles based on which remuneration is determined (Article 149), and general rules aimed at ensuring a fair and transparent process in conformity with domestic law and the international standards governing this field. Organizationally, the NCC's functioning is also regulated by the relevant sub-legal act, intended to ensure professionalism, transparency, and standardized decision-making.[39] The detailed administrative procedure before the NCC is notably significant because the tariffs have general applicability and directly affect both rightsholders and users.
Of particular importance is the fact that approved tariffs are valid for two years[40] however, until new tariffs enter into force, previously approved tariffs continue to apply.[41] This

[37] Supreme State Audit, *Performance Audit Report: "Ensuring the Protection of Copyright"* (Tirana, 2023), Finding no. 5, 41.
[38] See article 143-144 of ACL as amended. See also, Ikonomi Ergysa and Zyberaj Jonada, *E drejta e re e autorit në Shqipëri dhe të drejtat e lidhura* (Tiranë: Shtypshkronja PEGI, 2017), 132 - 33.

[39] Competences and functions of the NCC are outlined mainly in articles 136, 142-147, 151, 156, 160, and 161 of the ACL as amended. The functioning, organization, and remuneration of the NCC are detailed in the Decision of the Council of Ministers No. 35, dated 18.01.2017, as amended by Decision No. 737, dated 27.11.2024. Official Gazette No. 202, dated 02.12.2024. The NCC operates under its internal regulations, as approved by NCC Decision No. 2, dated 20 April 2017, which approved the Regulation on the Organization and Functioning of the National Copyright Council (NCC).
[40] See article 147, point 2 of ACL as amended.
[41] See article 142, point 2 of ACL as amended.

necessitates a periodic review cycle and, consequently, the elaboration of a clear and unified methodology that ensures tariffs are transparent, coherent, competitive, and non-abusive. Such a structure is also expected to reduce informality: the more straightforward and predictable the calculation and payment rules, the higher the expected level of user compliance. In this sense, the tariff methodology serves as a concrete test of regulatory balance: it determines how revenue from the use of protected subject matter is calculated, linking the tariff to verifiable parameters and an economic-legal rationale. Under the law, the following factors are taken into account when determining tariff methodology: (i) the revenue that may be generated as a result of using the work or the subject matter of related rights; (ii) the size of the public to whom the works or related-rights subject matter are made available; (iii) where revenue does not reflect the nature of the use of works or related-rights subject matter, tariffs are calculated on the basis of the costs arising from such use or on the basis of the impact on the normal exploitation by rightsholders; (iv) the importance of the use of the works and related-rights subject matter for the users' relevant activities; (v) the proportion of use between protected and unprotected works or related-rights subject matter; and (vi) the comparability of the proposed tariffs with the tariffs applied by counterpart collective management agencies in other countries, especially those with a broadly similar level of socio-economic development to the Republic of Albania. In specific sectors, such as cable retransmission, the methodology also reflects the number of household users connected to cable systems and the nature of the retransmitted programmes, distinguishing revenue sources (subsidies, subscriptions, sponsorships) and treating them through proportional scaling: to a lesser extent where income derives from subsidies intended to cover operating costs; to a greater extent where income derives from subscription services; and at higher levels where income is received from advertisers and commercial sponsors.[42]

In practice, normative developments following the entry into force of the ACL have sought to operationalize these principles through NCC decisions on the methodology and level of tariffs, which have been updated over time.[43] As noted in the Albania Progress Report, the drafting process for the new methodology and copyright tariff rates has been completed and has been under review through consultations with relevant stakeholders.[44] The most recent NCC decision, following the request from one of the CMAs, approved the new methodology for determining remuneration tariffs under the collective management system (Decision No. 2, dated 21.08.2025).

It is presented as the product of a structured administrative procedure and is accompanied by a reasoned explanatory report that clarifies the legal basis and the criteria applied in the decision-making process.[45]The approach is also based on models from countries with socio-economic conditions comparable to Albania, such as Bulgaria, Greece, Romania, North Macedonia, Serbia, and Croatia, many of which have also influenced the design of the LDA.[46]Ultimately,

[42] See article 142, points 5 and 6 of ACL as amended.

[43] NCC Decision No. 3, dated 04.08.2017, approved the methodology and the level of remuneration fees for works protected by copyright under the collective management system. The decision was subsequently amended by NCC Decision No. 2, dated 22.06.2018, on amendments to Decision No. 3 of 04.08.2017 and NCC Decision No. 7, dated 11.10.2018, on further amendments to Decision No. 3 of 04.08.2017 (as amended). Most recently, NCC adopted Decision No. 2, dated 21.08.2025.

[44] European Commission, *Commission Staff Working Document: Albania 2024 Report*, SWD(2024) 690 final (Brussels, October 30, 2024), 64, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A52024SC0690

[45] National Council for Copyright and Related Rights (NCC), Decision No. 2, "On the Approval of the Methodology and the Level of the Remuneration Fees for Works Protected by Copyright under the Collective Management System," August 21, 2025; and NCC, *Explanatory Report to Decision No. 2 (August 21, 2025)*. Across its 55 pages, this document sets out in detail every argument and legal basis supporting the approved methodology.

[46] See the explanatory report on this law, 10. Available at https://www.konsultimipublik.gov.al/

renumeration tariffs and the methodology are the point at which the balance of collective management is "tested": if the methodology is built on measurable criteria, if the procedure ensures participation and oversight, and if the outcomes are enforceable and transparent, then the system is able to reconcile two objectives that often appear to be in tension: securing fair remuneration for authors and ensuring proportionality and predictability for users, thereby creating a more stable legal climate for the development of the creative industries.

5. Conclusions and Recommendations

Copyright and related rights constitute a fundamental mechanism for stimulating creativity and protecting intellectual investment by guaranteeing legal recognition of authorship, fair remuneration, and protection against unauthorised uses. Economic rights may be exercised individually or through collective management. However, digital transformation has fundamentally altered the conditions under which works circulate: "real-time" dissemination, global accessibility, and the minimal cost of reproduction have significantly increased the difficulty of monitoring and effectively enforcing rights in a fragmented, case-by-case manner. In this reality, collective management emerges as an institutional response with both economic and legal functions: it reduces transaction costs, increases licensing capacity, and creates a more stable basis for the collection and distribution of remuneration. This logic aligns with developments at European Union level, where Directive 2014/26/EU established new standards of governance, transparency, and multi-territorial licensing, while Directive (EU) 2019/790 aimed to modernise rules for online uses and to reconceptualise the role of digital actors (especially platforms), seeking to strike a balance among the interests of rightsholders, users, and cultural heritage institutions.

Albania has taken important steps to consolidate its domestic framework through Law No. 35/2016, as amended, and to partially approximate it to the Directive 2014/26/EU. Nevertheless, the non-transposition of Directive (EU) 2019/790 creates a tangible regulatory deficit with regard to contemporary mechanisms of licensing and enforcement in the online environment (such as the treatment of "out-of-commerce" works and extended collective licensing), as well as in relation to the legal relationships between rightsholders and digital platforms.

At the institutional level, the "one-stop shop" model (SUADA) represents a notable innovation aimed at rationalising the authorisation process and reducing fragmented intermediation by centralising the collection of remuneration and seeking tariff standardisation. However, the data on collections and authorisations (as well as the identified concerns regarding transparency and the intensity of infringement follow-up) suggest that administrative centralisation alone is not sufficient to guarantee substantive effectiveness. In this sense, gaps in operational capacity, control mechanisms, and inter-institutional trust weaken the economic function of collective management.

Finally, the tariff system and the calculation methodology constitute the core of the financial functioning of collective management. A transparent, measurable methodology grounded in economic and legal indicators (revenues, audience, importance of use, international comparability, and the ratio of protected to unprotected works) supports the balancing of two potentially conflicting objectives: ensuring fair remuneration for authors and rightholders and ensuring predictability/proportionality for users. Accordingly, improving the practical implementation of tariffs and strengthening their legitimacy is critical to reducing informality and increasing the overall effectiveness of the system.

Recommendations

- Full and functional transposition of Directive (EU) 2019/790. Albania should pursue swift and substantive approximation with the DSM Directive. This step would increase

the coherence of the Albanian framework with the Digital Single Market and reduce normative uncertainty.

- Strengthening good-governance and transparency standards for CMAs and SUADA.
- Enhancing enforcement capacity and compliance mechanisms. For the system to produce real economic effects, intensified controls, improved procedures for user identification, and more active enforcement of infringements are required.
- Inter-institutional and inter-agency coordination for repertoire and data management. The effectiveness of the "one-stop shop" model depends on harmonised internal processes: data sharing, standardised methods for identifying works and uses, and reduced conflict among CMAs.
- Consolidating tariff methodology and increasing predictability for users. To make the system enforceable and reduce informality, the tariff calculation methodology should be simplified and clarified, decisions should be accompanied by a full economic-legal rationale, and practical guidance should be provided to users. Periodic review should be based on well-reasoned comparative analyses with countries of broadly similar development profiles, maintaining proportionality and avoiding perceptions of arbitrariness.
- Public awareness and user education as instruments of soft compliance. Beyond strengthening enforcement, sustained information campaigns should be used (in cooperation with business associations and public institutions) to explain the benefits of legality, SUADA's role as a procedural facilitator, and the direct link between remuneration payments and the stimulation of creative industries. This approach aims to increase compliance not only through sanctions, but also through internalisation of the norm.

Bibliography:

- Albunesa, Uarda. *E drejta e autorit në legjislacionin Shqiptar dhe atë Europian: Përqasja mes tyre*. Doctorate thesis, Tiranë, 2015. https://unitir.edu.al/doktoratura-uarda-albunesa-instituti-studimeve-europiane
- European Commission. *Commission Staff Working Document: Albania 2024 Report*. SWD(2024) 690 final. Brussels, October 30, 2024. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A52024SC0690.
- European Commission. *Commission Staff Working Document: Albania 2025 Report*. SWD(2025) 750 final. Brussels, November 4, 2025. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A52025SC0750.
- European Commission. *Screening Report Albania – Cluster 2: Internal Market*. February 4, 2025. https://enlargement.ec.europa.eu/document/download/c9fc6d1e-a6c3-4388-82e8-ca834ddbf762_en?filename=AL+Cluster+2_screening+report_Public_20250204.pdf.
- Ikonomi Ergysa and Zyberaj Jonada, *E drejta e re e autorit në Shqipëri dhe të drejtat e lidhura* (Tiranë: Shtypshkronja PEGI, 2017).
- Kur, Annette, Thomas Dreier, and Stefan Luginbuehl. *European Intellectual Property Law: Text, Cases and Materials*. 2nd ed. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2019.
- Mateus, Alexandre M. and Peha, Jon M., *Quantifying Global Transfers of Copyrighted Content Using BitTorrent* (September 24, 2011). TPRC 2011, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=1985737
- Rotenberg Boris, Compano Ramon. Search Engines for Audio-Visual Content: Copyright Law and its Policy Relevance. In: Peter Curwen, Justus Haucap and Brigitte Preissl, editors.

Telecommunication Markets - Drivers and Impediments. Heidelberg and New York (Germany): Springer-Physica; 2009. JRC46247

- Senftleben, Martin, User-Generated Content - Towards a New Use Privilege in EU Copyright Law (June 16, 2018). *Research Handbook on Intellectual Property and Digital Technologies*, Tanya Aplin, ed., Cheltenham: Edward Elgar Publishing 2019, Forthcoming, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3325017
- Seville, Catherine. *EU Intellectual Property Law and Policy*. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2009.
- Sheqi, Enea. *E Drejta e autorit: Teori, raste dhe komente*. Tirana, 2021.
- Stamatoudi, Irini, and Paul Torremans. "The Digital Single Market Directive." In *EU Copyright Law: A Commentary*, 2nd ed., edited by Irini Stamatoudi and Paul Torremans. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2021.
- Štrba, Isiko Susan. *International Copyright Law and Access to Education in Developing Countries: Exploring Multilateral Legal and Quasi-Legal Solutions*. Leiden: Martinus Nijhoff Publishers, 2012.
- Supreme State Audit. *Performance Audit Report: "Ensuring the Protection of Copyright."* Tirana, 2023.
- World Intellectual Property Organization (WIPO). *Collective Management of Copyright and Related Rights*. 3rd ed. Geneva: World Intellectual Property Organization, 2022.

A DISCRIMINANT ANALYSIS BASED ON FINANCIAL INDICATORS FOR CLASSIFYING SME GROWTH IN ALBANIA

Dr. Lecturer, **Ina Sejdini**
University of Elbasan
ORCID: 0000-0002-5381-2112
Associate Professor, **Imelda Sejdini**
University of Elbasan
ORCID: 0000000290671259
Associate Professor, **Ardita Todri**
University of Elbasan
ORCID: 0000-0002-3825-0780

Abstract
This study investigates the growth patterns of 75 SMEs operating in the trade, construction, services, and manufacturing sectors across various Albanian cities. Utilizing key financial indicators collected from 2010 to 2024, the research examines metrics such as growth rate, return on assets and equity, profit margins, turnover, liquidity, and financial structure. To evaluate performance, the study employs ROC analysis on three growth ratios: Growth Rate of Sales Revenue (GRSR), Rate of Net Profit Growth (RNPG), and Growth Rate of Total Assets (GRTA), with the Area Under the Curve (AUC) serving as a primary performance metric. Findings reveal that profitability and liquidity indicators—specifically, Equity Return Rate (ERT) and Net Profit per Sales (Npsales)—demonstrate high predictive accuracy, particularly within the RNPG metric, with AUCs of 0.896 and 0.856. Additionally, liquidity measures such as Current Liquidity and Quick Liquidity show strong performance, underscoring their significance in growth prediction (GRSR and RNPG). Conversely, variables like Asset Turnover Ratio (ATR), Return on Assets (ROA), and Profit Rate exhibit limited predictive power regarding growth (GRTA). The results highlight the importance for SMEs to prioritize monitoring profitability and liquidity metrics, integrating these into strategic planning and regularly updating indicators to improve growth forecasting amidst evolving market conditions.
Keywords: Financial indicators, ROC analysis, SMEs growth prediction

I NTRODUCTION

Small and Medium Enterprises (SMEs) are crucial drivers of economic development, especially in developing countries. They contribute significantly to employment generation, foster innovation, and promote economic diversification. Understanding their financial performance and growth dynamics is essential for policymakers, entrepreneurs, and stakeholders aiming to support and enhance SME development. Key financial metrics such as Return on Assets (ROA), Return on Equity (ROE), profit margins, turnover ratios, liquidity, and financial structure offer valuable insights into the operational efficiency and financial health of SMEs. A comprehensive review of existing research highlights the importance of these indicators and underscores the decision-making processes that influence SME growth, as well as potential avenues for improvement within the context of developing economies (Lucian et al. 2018; Batrancea et al. 2018; Gošnik & Stubelj, 2022; Youssef et al. 2023).
One of the primary indicators of SME profitability and resource utilization is ROA and ROE. Research indicates that SMEs in developing countries often display lower ratios compared to their counterparts in developed nations, primarily due to limited access to finance, inadequate managerial skills, and technological constraints. These limitations tend to result in conservative decision-making focused on survival rather than growth, which hampers

profitability. Enhancing managerial competencies and adopting strategic decision-making frameworks can help improve these ratios. Additionally, improving access to financial services and credit enables SMEs to invest in productivity-enhancing assets, thereby positively impacting their profitability metrics (Ayyagari et al. 2007; Etuk & Emenyi, 2022).

Profit margins are also vital for assessing an SME's ability to convert sales into profits. In developing countries, profit margins are frequently squeezed by high operational costs, tax burdens, and intense market competition. As a result, SMEs often adopt conservative pricing strategies to maintain market entry and customer loyalty, which can limit profit margins. To enhance profitability, SMEs are encouraged to improve decision-making related to cost management and pricing strategies. Focusing on cost efficiency, diversifying product offerings, and leveraging local resources are practical approaches to foster growth and improve profit margins (Nichter & Goldmark, 2009; Beck, 2007; Gunanto & Preda, 2023).

Further, turnover ratios, including inventory, receivables, and asset turnover, serve as indicators of operational efficiency. In developing countries, SMEs commonly face challenges such as poor inventory management, delayed receivables, and underutilized assets, resulting in lower turnover ratios. Improving decision-making in areas like inventory control, credit policies, and asset utilization can lead to significant efficiency gains. The adoption of technological solutions and staff training in operational best practices are recommended strategies to enhance turnover ratios and overall operational performance (Klapper & Love, 2010; World Bank, 2014).

Liquidity management is critical for SME survival, particularly in volatile economic environments typical of many developing countries. Many SMEs operate with inadequate liquidity buffers, making them vulnerable to cash flow shocks. Better decision-making around cash flow management, access to credit, and expense control can strengthen liquidity positions. Policy interventions such as credit guarantee schemes and financial literacy programs are suggested to support SMEs in maintaining adequate liquidity levels, ensuring their resilience in fluctuating economic conditions (Beck, 2007; Honohan & King, 2012; Kontuš & Mihanović, 2019; Sabki et al. 2019; Bednarzewska, 2023; Gumede & Takawira, 2025).

The financial structure, which involves the mix of debt and equity, plays a significant role in SME growth and resilience. In developing countries, SMEs often rely heavily on informal finance sources, resulting in high-cost debt and limited access to equity funding. Strategic financial decision-making—including optimal financing choices—can help improve their capital structure. Developing formal financial institutions, improving credit information systems, and promoting equity funding are essential measures to enhance access to affordable finance, thereby supporting SME expansion and stability (Beck & Demirguc-Kunt, 2006; Palacín-Sánchez & Di Pietro, 2016; Delić et al.2016; D'Amato, 2020).

Effective decision-making underpins SME growth. Studies emphasize the importance of enhancing managerial skills, strategic planning, and financial literacy to enable better investment, financing, and operational choices. To facilitate improvements, capacity-building initiatives such as training entrepreneurs in financial management and strategic decision-making are vital (Gichuki et al., 2012; Francioni et al.2015; Madiwal & Dulange, 2016; Hauser et al.2020; Crovini et al.2021). Moreover, expanding access to tailored financial products, adopting digital technologies for operational efficiency, and creating supportive policy environments can significantly contribute to overcoming existing challenges faced by SMEs.

The research background demonstrates that the financial performance of SMEs in developing countries is deeply interconnected with their decision-making processes (D'Amato, 2020; Gunanto & Preda, 2023; Gumede & Takawira, 2025). Targeted interventions focused on improving managerial capacity, access to finance, operational efficiency, and strategic

financial structuring are essential for fostering sustainable growth. By addressing these areas, SMEs can overcome prevalent challenges, enhance their financial health, and contribute more effectively to economic development. In this study we explore a predictive analysis for SMEs operating in Albania by using different financial ratios and a discriminatory analysis.

MATERIALS AND METHODS

Data analysis

The growth analysis of SMEs operating across various sectors—including trade, construction, services, and manufacturing—is conducted using the financial indicators outlined in Table 1. These indicators encompass seven key areas: growth (three indicators), return on assets (three indicators), return on equity (three indicators), profit margins (two indicators), turnover (two indicators), liquidity (two indicators), and financial structure (two indicators). The dataset includes 75 SMEs located in Elbasan, Durrës, Korçë, Tirana, Vlorë, and Fier. All data utilized in this analysis are from 2010 to 2024.

Table 1. Financial indicators analyzed

Growth rates ratios
Growth rate of sales revenue (GRSR)
Rate of net profit growth (RNPG)
Growth rate of total assets (GRTA)
Return on assets ratios
Profit rate (PR)
Assets Turnover rate (ATR)
ROA
Return on equity ratios
Equity return rate (ERT)
Financial leverage (FL)
ROE
Profit margins
Net profit / Sales (Npsales)
Direct profits / Sales (Dpsales)
Turnover ratios
Inventory turnover (IT)
Long-term fixed assets turnover (LTFAT)
Liquidity ratios
Current liquidity (CR)
Quick liquidity (QR)
Structure ratios
Equity to total debts (ETD)
Total assets to equity ratio (TAER)

Source: Authors` elaboration

ROC analysis

ROC (Receiver Operating Characteristic) analysis is a valuable method for evaluating the SMEs classification into different growth categories. By converting continuous growth ratios into binary or multi-class labels, ROC analysis assesses how effectively a model distinguishes between, for example, high-growth and low-growth SMEs by plotting true positive rates against false positive rates across various thresholds. The Area Under the Curve (AUC) used in this study provides a single measure of discrimination ability, with higher values indicating better performance (Muschelli, 2020; Carrington et al.2021). Additionally, ROC curves assist in selecting optimal classification thresholds and remain informative even in imbalanced

datasets, offering insights into model accuracy and guiding further improvements for strategic decision-making.

RESULTS

In this study, the predictive performance of various financial indicators was evaluated across three different growth ratios: GRSR, RNPG and GRTA. The analysis focused on key financial variables, and their respective ROC curve areas are summarized in Table 2.

Table 2. ROC Curve analysis results for each Growth ratio

Indicators (variables)	ROC Curve Area/ GRSR	ROC Curve Area/ RNPG	ROC Curve Area/GRTA
Profit rate (PR)	0.348	0.512	0.318
Assets Turnover rate (ATR)	0.461	0.247	0.632
Return on Assets (ROA)	0.335	0.598	0.505
Equity return rate (ERT)	0.756	0.896	0.472
Financial leverage (FL)	0.489	0.561	0.426
Return on Equity (ROE)	0.501	0.654	0.312
Net profit / Sales (Npsales)	0.711	0.856	0.245
Direct profits / Sales (Dpsales)	0.566	0.571	0.328
Inventory turnover (IT)	0.698	0.541	0.403
Long-term fixed assets turnover (LTFAT)	0.423	0.455	0.526
Current liquidity (CR)	0.769	0.698	0.453
Quick liquidity (QR)	0.881	0.754	0.740
Equity to total debts (ETD)	0.436	0.566	0.544
Total assets to equity ratio (TAER)	0.259	0.433	0.519

Source: Authors` elaboration, 2010-2024Y data

The results reveal distinct patterns of predictive accuracy among the variables. Notably, the Equity Return Rate (ERT) demonstrated the highest ROC curve area in the ROC Curve Area/ RNPG metric (0.896), indicating a strong discriminatory power in predicting the relevant growth ratio. Similarly, the Net Profit per Sales (Npsales) also exhibited high ROC areas across all metrics, with a peak of 0.856 in the ROC Curve Area/ RNPG, underscoring its significance as a predictive indicator.

Other variables such as Current Liquidity (CR) and Quick Liquidity (QR) showed consistently high ROC areas, particularly in the ROC Curve Area/ GRSR (0.769 and 0.881, respectively), suggesting their robustness in forecasting growth ratios. In contrast, variables like Return on Assets (ROA) and Profit Rate (PR) exhibited relatively lower ROC areas, implying limited predictive capacity within the evaluated models.

Furthermore, asset-related indicators such as Total Assets to Equity Ratio (TAER) and Assets Turnover Rate (ATR) demonstrated moderate to high ROC areas, indicating their potential relevance in growth prediction (GRTA). Overall, the analysis highlights the variable-specific variations in predictive accuracy across different growth ratios, emphasizing the importance of selecting appropriate financial indicators for growth forecasting models.

CONCLUSIONS AND DISCUSSIONS

The analysis of ROC curve areas across three different growth ratios—GRSR, RNPG, and GRTA—provides valuable insights for SMEs aiming to improve their strategic decision-making and growth forecasting. Notably, the Equity Return Rate (ERT) and Net Profit per Sales (Npsales) emerged as the most powerful predictors, especially within the RNPG metric, with ROC areas of 0.896 and 0.856 respectively. These findings suggest that SMEs should prioritize monitoring and enhancing these profitability indicators, as they significantly contribute to the accuracy of growth predictions. Additionally, liquidity measures such as Current Liquidity (CR) and Quick Liquidity (QR) demonstrated consistently high predictive performance, particularly in the GRSR metric, underscoring their importance in assessing growth potential under liquidity conditions. Meanwhile, the GRTA growth metric is mainly driven by asset turnover and quick liquidity ratios.

The study also indicates that variables related to profitability and liquidity are more reliable for growth prediction, implying that SMEs should focus on strengthening financial management in these areas. Conversely, metrics like Return on Assets (ROA) and Profit Rate (PR) exhibited limited predictive capacity, suggesting that relying solely on these indicators for growth forecasting may be less effective. Instead, a combination of high-impact variables should be incorporated into strategic models to improve their predictive robustness. Continuous monitoring and regular recalibration of these financial indicators are recommended to adapt to evolving business environments and maintain accuracy in forecasts.

Despite these promising insights, the study has limitations. The analysis is based on specific datasets and growth ratios, which may not fully capture all variables influencing SME growth. Moreover, the predictive models could benefit from exploring the integration of multiple indicators into composite models, potentially enhancing accuracy. Future research should focus on developing such combined models and validating their effectiveness across diverse contexts. SMEs are also encouraged to improve financial practices that positively influence key indicators like ERT, Npsales, CR, and QR, thereby indirectly supporting more reliable growth predictions. Thus, selecting and emphasizing specific financial variables can significantly enhance growth forecasting, enabling SMEs to make more informed strategic decisions and foster sustainable development.

REFERENCES

Ayyagari, M., Beck, T., & Demirguc-Kunt, A. (2007). Small and medium enterprises across the globe. *Small business economics*, *29*(4), 415-434.

Batrancea, I., Morar, I. D., Masca, E., Catalin, S., & Bechis, L. (2018). Econometric modeling of SME performance. Case of Romania. *Sustainability*, *10*(1), 192.

Beck, T. H. (2007). Financing constraints of SMEs in developing countries: Evidence, determinants and solutions. *Financing innovation-oriented businesses to promote entrepreneurship*.

Beck, T., & Demirguc-Kunt, A. (2006). Small and medium-size enterprises: Access to finance as a growth constraint. *Journal of Banking & finance*, *30*(11), 2931-2943.

Bednarzewska, K. (2023). Analysis of the Market and Needs of Small and Medium-Sized Enterprise Sector in Context of Liquidity Management. *Przegląd Prawno-Ekonomiczny*, (2), 9-28.

Carrington, A. M., Manuel, D. G., Fieguth, P. W., Ramsay, T., Osmani, V., Wernly, B., ... & Holzinger, A. (2021). Deep ROC analysis and AUC as balanced average accuracy to improve model selection, understanding and interpretation. *arXiv preprint arXiv:2103.11357*.

Crovini, C., Santoro, G., & Ossola, G. (2021). Rethinking risk management in entrepreneurial SMEs: towards the integration with the decision-making process. *Management Decision*, *59*(5), 1085-1113.

D'Amato, A. (2020). Capital structure, debt maturity, and financial crisis: empirical evidence from SMEs. *Small Business Economics*, *55*(4), 919-941.

Delić, A., Peterka, S. O., & Kurtovic, I. (2016). Is there a relationship between financial literacy, capital structure and competitiveness of SMEs?. *Ekonomski vjesnik/Econviews-Review of Contemporary Business, Entrepreneurship and Economic Issues*, *29*(1), 37-50.

Etuk, A., & Emenyi, E. O. (2022). Advertising and profitability: Evidence from selected SMEs in Uyo. *British Journal of Marketing Studies*, *10*(2), 1-12.

Francioni, B., Musso, F., & Cioppi, M. (2015). Decision-maker characteristics and international decisions for SMEs. *Management Decision*, *53*(10), 2226-2249.

Gošnik, D., & Stubelj, I. (2022). Business process management and risk-adjusted performance in SMEs. *Kybernetes*, *51*(2), 659-675.

Gumede, S. D., & Takawira, O. (2025). Does maintaining liquidity improve the performance of small businesses. *International Journal of Applied Economics, Finance and Accounting*, *22*(2), 183-192.

Gunanto, A., & Preda, L. E. (2023). Financial Harmony in Diversity: Exploring the Dynamics of SMEs' Finance through the Lens of Business Size, Debt-to-Equity Ratio, and Revenue Growth toward the Perfection of Net Profit Margin. *SAR Journal (2619-9955)*, *6*(4).

Hauser, A., Eggers, F., & Güldenberg, S. (2020). Strategic decision-making in SMEs: effectuation, causation, and the absence of strategy. *Small Business Economics*, *54*(3), 775-790.

Honohan, P., & King, M. (2012). Cause and effect of financial access: cross-country evidence from the Finscope surveys. In *Banking the world: empirical foundations of financial inclusion* (Vol. 4, pp. 45-84).

Klapper, L. F., & Love, I. (2010). The impact of business environment reforms on new firm registration. *World Bank policy research working paper*, (5493).

Kontuš, E., & Mihanović, D. (2019). Management of liquidity and liquid assets in small and medium-sized enterprises. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, *32*(1), 3247-3265.

Lucian, G., Ema, M., Ioan, M. D., Gheorghe, F., & Andrei, M. (2018). Statistical analysis of performance in SMEs. *Current Science*, *115*(8), 1543-1549.

Madiwal, M. G., & Dulange, S. R. (2016). Decision making in SMES a review. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 1-5.

Muschelli III, J. (2020). ROC and AUC with a binary predictor: a potentially misleading metric. *Journal of classification*, *37*(3), 696-708.

Nichter, S., & Goldmark, L. (2009). Small firm growth in developing countries. *World development*, *37*(9), 1453-1464.

Palacín-Sánchez, M. J., & Di Pietro, F. (2016). The role of the regional financial sector in the capital structure of small and medium-sized enterprises (SMEs). *Regional Studies*, *50*(7), 1232-1247.

Sabki, S., Wong, W. C., & Regupathi, A. (2019). SME liquidity and its determinants. *International journal of business and society*, *20*(1), 111-124.

Youssef, I. S., Salloum, C., & Al Sayah, M. (2023). The determinants of profitability in non-financial UK SMEs. *European Business Review*, *35*(5), 652-671.

World Bank Group. (2014). *Doing Business 2015: Going Beyond Efficiency: Comparing Business Regulations for Domestic Firms in 189 Economies: a World Bank Group Flagship Report*. World Bank Publications.

İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ ALANINDA YAPAY ZEKÂ ÇALIŞMALARININ KEŞFİ: BİBLİYOMETRİK EŞLEME ANALİZİ

EXPLORATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE STUDIES IN HUMAN RESOURCES MANAGEMENT: BIBLIOMETRIC COUPLING ANALYSIS

Dr. Öğr. Üyesi İsmail Çağrı DOĞAN,
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, İşletme Fakültesi
https://orcid.org/0000-0001-7875-0897

ÖZET

İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY), organizasyonların en değerli varlığı olan insan kaynaklarını stratejik bir yaklaşımla yönetme sürecidir. Bu alan, çalışanların yeteneklerinin geliştirilmesi, işe alım, eğitim, performans değerlendirmesi, motivasyon ve ödüllendirme gibi temel işlevleri içerir. İKY'nin etkin yönetimi, organizasyonun hedeflerine ulaşmasını kolaylaştırarak rekabet avantajı sağlamaktadır. Günümüzde yapay zekâ (YZ), bu alanda devrim niteliğinde yenilikler sunmakta ve İKY süreçlerinde önemli bir dönüşüm yaratmaktadır. YZ teknolojileri, veri analitiği, otomasyon ve karar destek sistemleri gibi unsurlar, insan kaynakları işlevlerinin daha etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesine olanak tanımaktadır.

Son yıllarda, akademik literatürde YZ ile ilgili çalışmaların sayısında gözle görülür bir artış yaşanmakta olup, bu çalışmalar, YZ'nin sağlık, finans, eğitim ve İKY gibi çeşitli sektörlerdeki uygulamalarını kapsamaktadır. YZ uygulamalarının etkinliği ve potansiyel faydaları, akademik araştırmaların merkezinde yer almakta; bu durum, araştırmacılar için yeni alanlar ve konular oluşturma fırsatları sunmaktadır. İş gücü verimliliğini artırma ve karar verme süreçlerini optimize etme potansiyeli, İKY'de YZ araştırmalarını daha da önemli hale getirmektedir.

Bu çalışma, İKY alanında yapılan YZ çalışmalarının bibliyometrik eşleme analizi metodolojisi ile incelenmesini amaçlamaktadır. Çalışma, Web of Science (WOS) veritabanında yer alan İKY konulu makaleleri analiz ederek, YZ uygulamalarının oluşturduğu alt alanları ve bu alanların entelektüel yapılarını belirlemeyi hedeflemektedir. Araştırmada elde edilecek makaleler, bibliyometrik eşleme analizi çerçevesinde ele alınacaktır. Böylece alandaki bilgi yapıları, yazar iş birlikleri ve atıf ilişkileri detaylı bir şekilde incelenecektir.

Metodoloji olarak, bu çalışma bibliyometrik eşleme analizi yöntemini benimsemekte olup, geniş bir literatür taraması ve veri toplama sürecine dayanmaktadır. "İnsan kaynakları yönetimi" ve "yapay zeka" anahtar kelimeleri kullanılarak gerçekleştirilen arama ile elde edilen makaleler, belirli kriterler çerçevesinde değerlendirilecek; makalelerin atıf ağları oluşturularak, disiplinler arası ilişkiler ve araştırma eğilimleri hakkında kapsamlı veriler toplanacaktır. Bu süreçte, ilişkisel veri analizi teknikleri kullanılarak, YZ'nin İKY üzerindeki etkileri ve geliştirilen alt alanların dinamikleri ortaya konulacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın İKY ve YZ arasındaki ilişkiye dair önemli katkılarda bulunması beklenmektedir. Elde edilen bulgular, YZ uygulamalarının İKY süreçlerine entegrasyonunun daha iyi anlaşılmasına olanak tanıyacak ve gelecekteki araştırmalar için yeni yönelimler ortaya koyacaktır. Ayrıca, çalışmanın İKY profesyonelleri için pratik öneriler geliştirerek, alanın bilimsel ve uygulamalı yönlerine katkı sağlanması hedeflenmektedir. Bu analiz, akademik dünyada İKY ve YZ konusundaki tartışmalara zenginlik kazandırmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İnsan Kaynakları Yönetimi, Yapay Zekâ, Bibliyometrik Analiz, Atıf Analizi, Bibliyometrik Eşleme Analizi

ABSTRACT

Human Resources Management (HRM) is the process of strategically managing human resources, an organization's most valuable asset. This field encompasses core functions such as employee talent development, recruitment, training, performance evaluation, motivation, and rewards. Effective HRM management facilitates the organization's achievement of its goals, providing a competitive advantage. Today, artificial intelligence (AI) is offering revolutionary innovations in this field and significantly transforming HRM processes. Elements such as AI technologies, data analytics, automation, and decision support systems enable human resources functions to be carried out more effectively and efficiently.

In recent years, there has been a noticeable increase in the number of studies on AI in the academic literature, covering applications of AI in various sectors such as healthcare, finance, education, and human resources management (HRM). The effectiveness and potential benefits of AI applications are at the center of academic research, providing opportunities for researchers to develop new fields and topics. Its potential to increase workforce productivity and optimize decision-making processes makes AI research in HRM even more important.

This study aims to examine artificial intelligence studies conducted in the field of human resources management using bibliometric coupling analysis. By analyzing articles on HRM in the Web of Science (WOS) database, the study aims to identify the subfields created by AI applications and the intellectual structures of these fields. Articles obtained by searching for the keywords "artificial intelligence" and "human resources management" will be analyzed within the framework of bibliometric coupling analysis. This will provide a detailed examination of the knowledge structures, author collaborations, and citation relationships within the field.

Ultimately, this study is expected to make significant contributions to the relationship between human resources management and artificial intelligence. The findings will allow for a better understanding of the integration of AI applications into HRM processes and reveal new directions for future research. Furthermore, the study aims to contribute to the scientific and applied aspects of the field by developing practical recommendations for HRM professionals. This analysis aims to enrich academic discussions on HRM and AI.

Keywords: Human Resources Management, Artificial Intelligence, Bibliometric Analysis, Citation Analysis, Bibliometric Coupling Analysis.

GİRİŞ

Küreselleşen rekabet ortamında organizasyonların sürdürülebilir başarıya ulaşmasında en kritik sermayenin insan kaynağı olduğu, günümüz yönetim literatüründe yaygın olarak kabul gören bir gerçektir. Bu bağlamda, organizasyonların stratejik hedeflerine ulaşabilmesi için doğru yetenekleri çekme, geliştirme, motive etme ve elde tutma süreçlerini kapsayan İKY, işletmeler için operasyonel bir fonksiyondan öte, stratejik bir zorunluluk haline gelmiştir. En temel tanımıyla İKY, bir organizasyonun amaçlarını gerçekleştirmek üzere insan kaynağının en etkin ve verimli şekilde yönetilmesine odaklanan, politika, uygulama ve sistemler bütünüdür (Armstrong, 2020). Bu disiplin, çalışanların performansını ve refahını artırarak örgütsel etkinliğe doğrudan katkı sağlamayı hedefler.

İKY'nin tarihsel gelişimi incelendiğinde, Sanayi Devrimi ile başlayan bir evrim süreci görülmektedir. Başlangıçta, fabrikalardaki çalışanların ücret, kayıt ve disiplin gibi idari işlemlerini yürüten bir "personel yönetimi" anlayışı hakimdi (Wren & Bedeian, 2009). Bu dönemde çalışanlar, üretim sürecinin bir parçası olarak görülüyor ve sosyal-psikolojik

ihtiyaçları göz ardı ediliyordu. 20. yüzyılın başlarında Frederick Taylor'ın öncülük ettiği Bilimsel Yönetim akımı ile verimlilik odaklı bir yaklaşım benimsenmiş, ancak Elton Mayo ve arkadaşlarının Hawthorne Çalışmaları ile "insan ilişkileri" akımı doğmuştur. Bu akım, çalışanın motivasyonu, iş tatmini ve sosyal ilişkilerinin verimlilik üzerindeki etkisini ortaya koyarak İKY'nin sosyal ve psikolojik boyutuna dikkat çekmiştir (Dessler, 2021). 1980'lerden itibaren ise İKY, organizasyonun genel stratejisiyle bütünleşen "Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi" (SİKY) paradigmasına evrilmiştir. Bu yeni yaklaşımda İKY, rekabet avantajı yaratmada kilit bir rol oynayan stratejik bir ortak olarak konumlandırılmıştır (Wright & McMahan, 1992; Ulrich, 1997).

İçinde bulunduğumuz 21. yüzyıl, Dördüncü Sanayi Devrimi olarak adlandırılan ve dijital, fiziksel ve biyolojik dünyalar arasındaki sınırları ortadan kaldıran bir teknolojik dönüşüme sahne olmaktadır. Bu dönüşümün merkezinde yer alan Yapay Zekâ (YZ), iş dünyasının tüm fonksiyonlarını olduğu gibi İKY'yi de kökten değiştirebilecek bir potansiyel taşımaktadır. Yapay zekâ destekli algoritmalar; işe alım süreçlerinde aday havuzlarının taranmasından en uygun adayın seçilmesine, performans değerlendirme sistemlerinin objektif hale getirilmesinden çalışanların eğitim ve gelişim ihtiyaçlarının kişiselleştirilmesine kadar geniş bir yelpazede yenilikçi çözümler sunmaktadır (Tambe, Cappelli, & Yakubovich, 2019). Bu teknolojik entegrasyon, İKY profesyonellerinin rutin ve idari görevlerden arınarak daha stratejik ve katma değeri yüksek faaliyetlere odaklanmasına olanak tanımaktadır.

Yapay zekânın İKY alanındaki uygulamaları hızla artarken, bu alanda yapılan akademik çalışmaların kapsamını, entelektüel yapısını ve gelecekteki araştırma eğilimlerini anlamak kritik bir önem arz etmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma, İKY ve yapay zekâ kesişiminde üretilen bilimsel literatürü sistematik bir şekilde haritalandırmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda, bibliyometrik eşleme analizi yöntemi kullanılarak alandaki öncü yazarlar, kurumlar, ülkeler, temel araştırma temaları ve kavramsal ilişkiler ağının ortaya çıkarılması hedeflenmektedir. Elde edilecek bulguların, hem akademisyenler için gelecekteki araştırma boşluklarını göstermesi hem de uygulayıcılar için yapay zekânın stratejik İKY potansiyelini anlamalarına rehberlik etmesi beklenmektedir.

YÖNTEM

Bu araştırma, İKY ve YZ kesişiminde yayımlanmış yüksek etkili bilimsel literatürün güncel tematik yapısını ve entelektüel akımlarını haritalandırmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu hedefe ulaşmak için, bibliyometrik analiz yöntemlerinden bibliyometrik eşleme (bibliometric coupling) tekniği kullanılmıştır. Kessler (1963) tarafından ortaya atılan bibliyometrik eşleme, iki dokümanın referans listelerinde ortak kaynaklara yer vermesi durumunda, bu iki doküman arasında bir bağ olduğu varsayımına dayanır. Bu yöntem, bir araştırma alanının "araştırma cephesini" (research front), yani güncel ve aktif olarak çalışılan tematik yapılarını ve alt araştırma akımlarını ortaya çıkarmak için oldukça etkilidir (Zupic & Čater, 2015). Analiz ve görselleştirme süreçleri için VOSviewer yazılımından faydalanılmıştır (van Eck & Waltman, 2010).

Veri Toplama Süreci

Araştırmanın bulgularının geçerliliğini ve güvenilirliğini en üst düzeye çıkarmak amacıyla, veri seti yalnızca alanında öncü ve yüksek etkiye sahip yayınları içerecek şekilde titiz bir seçim sürecinden geçirilmiştir.

1. Dergi Kalite Kriteri: Araştırmanın kapsamı, işletme ve yönetim alanındaki dergilerin kalitesini ve etki düzeyini ölçen saygın bir gösterge olan Chartered Association of Business Schools (ABS) Akademik Dergi Rehberi listesine göre belirlenmiştir. Yalnızca ABS listesinde

en üst sıralarda yer alan 4* (dünya lideri), 4 (öncü) ve 3 (yüksek tanınırlığa sahip) olarak derecelendirilmiş dergilerde yayımlanan çalışmalar analize dâhil edilmiştir.

2. Veri Tabanı Taraması ve Anahtar Kelimeler: Yüksek kaliteli dergi havuzunda yer alan ilgili yayınlara ulaşmak için Web of Science (WoS) Core Collection ve Scopus veri tabanları taranmıştır. Arama, araştırmanın temel kavramlarını yansıtacak şekilde, yayınların başlık, özet ve anahtar kelime alanlarında aşağıdaki sorgu kullanılarak gerçekleştirilmiştir:

(TS=("human resource management")) AND (TS=("artificial intelligence"))

3. Filtreleme ve Nihai Veri Seti: Arama sonucunda elde edilen verilere aşağıdaki dâhil etme ve hariç tutma kriterleri uygulanmıştır:

Yalnızca İngilizce dilinde ve hakem sürecinden geçmiş "makale" ve "derleme" türündeki yayınlar seçilmiştir. Editöryel yazılar, kitap tanıtımları ve konferans bildirileri gibi diğer yayın türleri analiz dışı bırakılmıştır.

Bu titiz seçim süreci sonunda, araştırmanın amacına uygun olarak analize dâhil edilecek toplam 71 adet makale tespit edilmiştir. Bu 71 yayına ait tam bibliyografik veriler (kaynakça dâhil) analiz için hazır hale getirilmiştir.

Veri Analizi: Bibliyometrik Eşleme

Veri setinin analizi, yalnızca bibliyometrik eşleme tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizin temel birimi, veri setini oluşturan 71 makaledir. Analiz süreci şu şekilde işlemiştir.

Öncelikle her bir makalenin kaynakça listesi analiz edilmiştir. Sonra iki makalenin ortak olarak atıf yaptığı yayınların sayısı, bu iki makale arasındaki "eşleşme gücünü" (coupling strength) belirlemiştir. Eşleşme gücü ne kadar yüksekse, bu iki makalenin entelektüel temelinin o kadar benzer olduğu ve aynı araştırma teması etrafında kümelendiği kabul edilmiştir.

VOSviewer yazılımı kullanılarak bir eşleşme ağı haritası oluşturulmuştur. Bu haritada, her bir düğüm (node) analize dâhil edilen 71 makaleden birini temsil etmektedir. Düğümler arasındaki bağlantılar (links) ve mesafeler, aralarındaki eşleşme gücünü görselleştirmektedir.

Yazılımın kümeleme algoritması aracılığıyla, birbirleriyle güçlü bağlara sahip makaleler, farklı renklerle gösterilen tematik kümeler (clusters) altında gruplandırılmıştır.

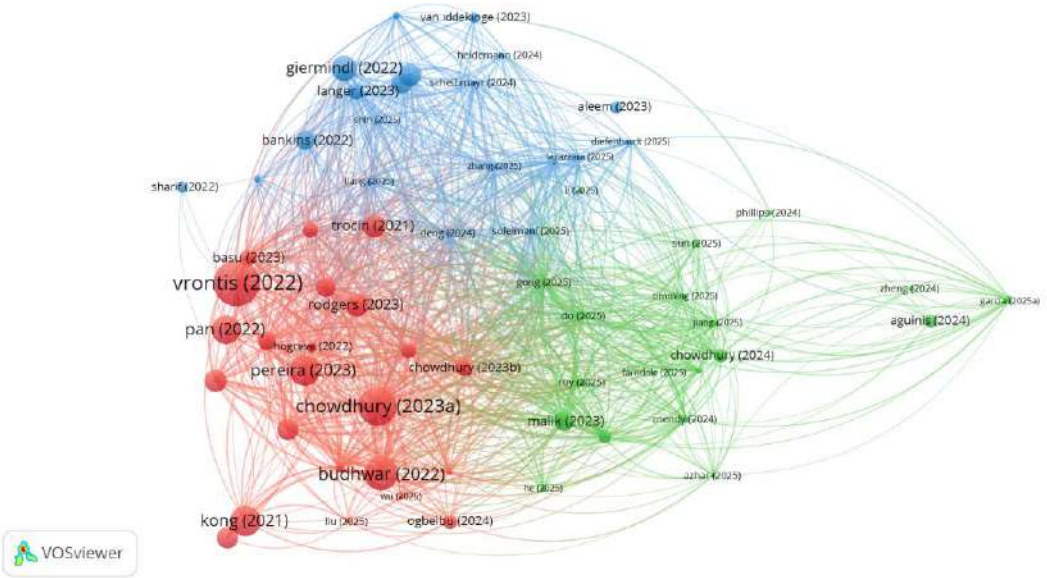
Bu analiz sonucunda, İKY ve YZ alanındaki yüksek etkili güncel literatürün hangi temel araştırma akımlarından oluştuğu, bu akımların içerikleri ve birbirleriyle olan ilişkileri ortaya konulmuştur. Her bir küme, alandaki belirli bir alt tartışmayı veya araştırma odağını temsil etmektedir.

BULGULAR

İKY bağlamında YZ üzerine yapılan çalışmaların bibliyografik eşleme analizi Şekil 1'de gösterilmektedir. VOSviewer yazılımı kullanılarak oluşturulan bu harita toplam 71 akademik makaleyi kapsamaktadır. Analiz sonucunda çalışmaların referans benzerliklerine göre üç temel kümede (cluster) toplandığı görülmektedir.

Haritada yer alan düğümlerin (dairelerin) büyüklüğü ilgili çalışmanın toplam bağlantı gücünü ve literatürdeki ağırlığını temsil etmektedir. Düğümler arasındaki çizgiler ise çalışmaların ortak referanslara sahip olma durumunu ve aralarındaki ilişkinin kuvvetini göstermektedir. Görselde çalışmalar; Kırmızı (1. Küme), Mavi (2. Küme) ve Yeşil (3. Küme) olmak üzere üç farklı renk grubu altında sınıflandırılmıştır.

Özellikle Vrontis (2022), Budhwar (2022), Chowdhury (2023a) ve Pan (2022) gibi çalışmaların düğüm büyüklüklerinin belirgin olması, bu eserlerin literatürde merkezi bir konuma sahip olduğunu ve diğer çalışmalarla yüksek düzeyde ortak referans ilişkisi kurduğunu göstermektedir."



Şekil 1: İKY Alanında Yapay Zekâ Çalışmalarının Evreni

Ortak Atıf Analizi

Bibliyografik eşleme haritası (Şekil 1)incelendiğinde, İKY alanında YZ araştırmalarının son beş yılda üzerine çalışılan ancak birbiriyle güçlü etkileşim içinde olan ve hızla güncellenen bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Haritanın merkezindeki yoğunluk, araştırmacıların ortak bir teorik zeminden beslendiğini kanıtlarken; 2024 ve 2025 tarihli çalışmaların (örn. Garcia, 2025a; Soleimani, 2025) varlığı, alanın henüz doygunluğa ulaşmadığını ve güncel tartışmalarla genişlemeye devam ettiğini göstermektedir. Harita genel olarak literatürün "Stratejik Dönüşüm ve Örgütsel Benimseme" (Kırmızı), "İşe Alımda Algoritmik Yönetim ve İnsan-Makine Etkileşimi" (Mavi) ve "Performans Yönetimi, Etik ve Gelecek Yönelimleri" (Yeşil) olmak üzere üç ana konu etrafında şekillendiğini ortaya koymaktadır.

Stratejik Dönüşüm ve Örgütsel Benimseme

Haritanın sol alt kısmında yoğunlaşan ve en büyük düğümlere sahip olan kırmızı küme, literatürün baskın paradigmasını ve stratejik omurgasını temsil etmektedir. Vrontis (2022), Budhwar (2022) ve Pan (2022) gibi yazarların başını çektiği bu gruptaki çalışmalar, yapay zekayı spesifik bir İKY fonksiyonundan ziyade, örgütsel değişimi tetikleyen stratejik bir unsur olarak ele almaktadır. Bu kümedeki araştırmaların ortak paydası; dijitalleşmenin örgütsel etkileri, YZ benimseme süreçleri ve İKY stratejilerinin teknoloji ile dönüşümü üzerine kurgulanmıştır. Yoğun bağlantı sayıları, bu kümenin alanın teorik zeminini oluşturduğunu ve diğer kümelerdeki çalışmalara da temel referans kaynağı sağladığını göstermektedir.

Algoritmik Yönetim ve İnsan-Makine Etkileşimi

Haritanın üst kısmında konumlanan mavi küme ise YZnın operasyonel düzeydeki uygulamalarına ve insan-teknoloji etkileşimine odaklanan çalışmaları barındırmaktadır. Giermindl (2022), Langer (2023) ve Bankins (2022) gibi yazarların yer aldığı bu grup, literatürde özellikle "işe alım ve seçme" (recruitment and selection) fonksiyonundaki algoritmik karar verme süreçleriyle özdeşleşmiştir. Bu kümedeki araştırmalar, stratejik söylemlerden

ayrılarak, algoritmaların aday değerlendirme süreçlerindeki rolü, adayların ‘ mülakatlarına yönelik tepkileri ve algoritmik adaletsizlik gibi daha teknik ve davranışsal konuları irdelemektedir. Mavi küme, YZ’nın İKY pratiğindeki somut yansımalarını ve çalışan-makine işbirliğinin psikolojik boyutlarını analiz eden bir odak noktası oluşturmaktadır.

Performans Yönetimi, Etik ve Gelecek Yönelimleri

Son olarak, haritanın sağ tarafında yer alan ve literatürün en güncel tartışmalarını içeren yeşil küme, alanın gelecekteki yönelimlerini ortaya koymaktadır. Aguinis (2024), Malik (2023) ve Garcia (2025a) gibi 2024 ve 2025 tarihli çalışmaların yoğunlukta olduğu bu grup; YZ araştırmalarının performans yönetimi, yetenek yönetimi ve etik sürdürülebilirlik konularına doğru genişlediğini göstermektedir. Özellikle performans yönetimi literatürünün öncü isimlerinden Aguinis'in bu kümede yer alması, YZ’nın çalışan performansını ölçme ve değerlendirme süreçlerindeki etkisinin yeni bir araştırma akımı olarak yükseldiğine işaret etmektedir. Yeşil küme, mevcut teknolojilerin yasal, etik ve insani sonuçlarını tartışmaya açarak literatüre eleştirel ve vizyoner bir perspektif kazandırmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, İKY alanında YZ odaklı araştırmaların entelektüel yapısı ve gelişim seyri, 71 makalenin bibliyografik eşleme analizi aracılığıyla incelenmiştir. Elde edilen bulgular, ilgili literatürün henüz gelişim aşamasında olduğunu, ancak teorik sınırları belirginleşen üç ana eksen etrafında sistematik bir derinleşme sürecine girdiğini göstermektedir. Analiz sonuçları, İKY’de YZ çalışmalarının tek boyutlu bir teknoloji entegrasyonundan öte; stratejik dönüşüm, işe alım süreçlerindeki operasyonel uygulamalar ve performans/etik odaklı gelecek yönelimleri olmak üzere çok katmanlı bir yapı arz ettiğini ortaya koymuştur.

Çalışmanın teorik çıktısı olarak; Vrontis (2022) ve Budhwar (2022) gibi yazarların merkezde olduğu kırmızı küme, YZ’nın bir "destek aracı" olmaktan çıkıp örgütsel stratejinin merkezine yerleştiğini kanıtlamaktadır. Literatürün bu kanadı, dijital dönüşümün sadece teknik bir altyapı sorunu değil, aynı zamanda kültürel ve yönetsel bir adaptasyon süreci olduğunu vurgulamaktadır. Öte yandan, mavi küme ile temsil edilen işe alım odaklı çalışmalar, algoritmaların pratik uygulamadaki verimliliğini ve insan-makine etkileşimindeki güven sorununu (algorithm aversion) literatürün en yoğun tartışılan alt başlığı olarak tescillemiştir.

Araştırmanın en dikkat çekici bulgularından biri, 2024 ve 2025 tarihli çalışmaların (Aguinis, 2024; Garcia, 2025a) yoğunlaştığı yeşil kümenin işaret ettiği değişimdir. Bu durum, akademik ilginin "'yı anlama ve benimseme" aşamasından, "YZ’nın performans çıktılarını ölçme ve etik yönetişimini sağlama" aşamasına evrildiğini göstermektedir. Alanın, genel tanımlamalardan uzaklaşarak performans yönetimi, yetenek sürdürülebilirliği ve yasal/etik sınırlar gibi daha spesifik ve niş konulara yönelmesi, İKY disiplininin olgunlaşma sinyalleri olarak yorumlanabilir.

Uygulayıcılar açısından bu çalışma, YZ entegrasyonunun bütüncül bir yaklaşım gerektirdiğini ortaya koymaktadır. İKY profesyonelleri, YZ’yı sadece işe alım verimliliğini artıran bir araç olarak görmemeli aynı zamanda çalışan performansını değerlendirmede adil, şeffaf ve etik standartlara sahip algoritmik sistemler kurmaya odaklanmalıdır. Bulgular, teknolojinin başarısının teknik kapasiteden ziyade, insan-makine işbirliğinin (human-AI collaboration) ne kadar etkin yönetildiğine bağlı olduğunu göstermektedir.

Gelecek Araştırma Önerileri

Haritada görülen 2025 tarihli yayınların varlığı, alanın hızla güncellendiğini ve ampirik veri ihtiyacının devam ettiğini göstermektedir. Gelecek araştırmaların, özellikle yeşil kümenin işaret

ettiği performans yönetimi alanına odaklanması, YZ'nın çalışan verimliliği üzerindeki uzun vadeli etkilerini boylamsal çalışmalarla incelemesi önerilmektedir. Ayrıca algoritmik önyargı ve etik konusunun, farklı kültürel bağlamlarda ve farklı sektörlerde nasıl tezahür ettiğini inceleyen karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

Aguinis, H., Beltran, J. R., & Cope, A. (2024). How to use generative AI as a human resource management assistant. *Organizational Dynamics*, *53*(1), 101029.

Aleem, M., Sufyan, M., Ameer, I., & Mustak, M. (2023). Remote work and the COVID-19 pandemic: An artificial intelligence-based topic modeling and a future agenda. *Journal of business research*, *154*, 113303.

Armstrong, M. (2020). Armstrong's Handbook of Human Resource Management Practice (15th ed.). Kogan Page Publishers.

Andrieux, P., Johnson, R. D., Sarabadani, J., & Van Slyke, C. (2024). Ethical considerations of generative AI-enabled human resource management. Organizational Dynamics, 53(1), 101032.

Azhar, A., Rehman, N., Alyas, T., & Makki, B. I. (2025). AI adoption for green performance: An understanding of moderated mediation model. *International Journal of Hospitality Management*, *129*, 104191.

Bankins, S., Formosa, P., Griep, Y., & Richards, D. (2022). AI decision making with dignity? Contrasting workers' justice perceptions of human and AI decision making in a human resource management context. *Information Systems Frontiers*, *24*(3), 857-875.

Basu, S., Majumdar, B., Mukherjee, K., Munjal, S., & Palaksha, C. (2023). Artificial intelligence–HRM interactions and outcomes: A systematic review and causal configurational explanation. *Human Resource Management Review*, *33*(1), 100893.

Budhwar, P., Malik, A., De Silva, M. T., & Thevisuthan, P. (2022). Artificial intelligence–challenges and opportunities for international HRM: a review and research agenda. *The Internatıonal Journal of human resource management*, *33*(6), 1065-1097.

Chowdhury, S., Budhwar, P., & Wood, G. (2024). Generative artificial intelligence in business: towards a strategic human resource management framework. *British Journal of Management*, *35*(4), 1680-1691.

Chowdhury, S., Dey, P., Joel-Edgar, S., Bhattacharya, S., Rodriguez-Espindola, O., Abadie, A., & Truong, L. (2023). Unlocking the value of artificial intelligence in human resource management through AI capability framework. *Human resource management review*, *33*(1), 100899.

Chowdhury, S., Joel-Edgar, S., Dey, P. K., Bhattacharya, S., & Kharlamov, A. (2023). Embedding transparency in artificial intelligence machine learning models: managerial implications on predicting and explaining employee turnover. *The International Journal of Human Resource Management*, *34*(14), 2732-2764.

Deepa, R., Sekar, S., Malik, A., Kumar, J., & Attri, R. (2024). Impact of AI-focussed technologies on social and technical competencies for HR managers–A systematic review and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, *202*, 123301.

Del Giudice, M., Scuotto, V., Orlando, B., & Mustilli, M. (2023). Toward the human–centered approach. A revised model of individual acceptance of AI. Human Resource Management Review, 33(1), 100856.

Deng, C., Li, H., Wang, Y., & Zhu, R. (2024). The double-edged sword in the digitalization of human resource management: Person-environment fit perspective. *Journal of Business Research*, *180*, 114738.

Diefenhardt, F. (2025). Automating the managerial gaze: critical and genealogical notes on machine learning in personnel assessment. *The International Journal of Human Resource Management*, 1-34.

Do, H., Chu, L. X., & Shipton, H. (2025). How and when AI-driven HRM promotes employee resilience and adaptive performance: A self-determination theory. *Journal of Business Research*, *192*, 115279.

Dessler, G. (2021). Human Resource Management (16th ed.). Pearson.

Dutta, D., Mishra, S. K., & Tyagi, D. (2023). Augmented employee voice and employee engagement using artificial intelligence-enabled chatbots: a field study. *The International Journal of Human Resource Management*, *34*(12), 2451-2480.

Farndale, E., Horak, S., Piyanontalee, R., Puffer, S. M., & Vidović, M. (2025). Looking back to look forward: Disruption, innovation and future trends in international human resource management. *International Business Review*, *34*(1), 102362.

Garcia, R. F., & Kwok, L. (2025). Generative artificial intelligence in human resource management: a critical reflection on impacts, resilience and roles. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, *37*(9), 3136-3158.

Giermindl, L. M., Strich, F., Christ, O., Leicht-Deobald, U., & Redzepi, A. (2022). The dark sides of people analytics: reviewing the perils for organisations and employees. *European Journal of Information Systems*, *31*(3), 410-435.

Glezer, C. (2003). A conceptual model of an interorganizational intelligent meeting-scheduler (IIMS). *The Journal of Strategic Information Systems*, *12*(1), 47-70.

Gong, Q., Fan, D., & Bartram, T. (2025). Integrating artificial intelligence and human resource management: a review and future research agenda. *The International Journal of Human Resource Management*, *36*(1), 103-141.

He, L., Yousaf, Z., & Palazzo, M. (2025). Synergetic legacy of organizational innovativeness, knowledge sharing, artificial intelligence adoption and big data analytic capability in human resource management. *The International Journal of Human Resource Management*, 1-24.

Heidemann, A., Hülter, S. M., & Tekieli, M. (2024). Machine learning with real-world HR data: mitigating the trade-off between predictive performance and transparency. *The InTernaTIonal Journal of human resource managemenT*, *35*(14), 2343-2366.

Hogreve, J., Iseke, A., & Derfuss, K. (2022). The service-profit chain: reflections, revisions, and reimaginations. *Journal of service research*, *25*(3), 460-477.

Jiang, Y., Cai, Z., & Wang, X. (2025). Leverage generative AI for human resource management: Integrated risk analysis approach. *The International Journal of Human Resource Management*, *36*(11), 1929-1959.

Kessler, M. M. (1963). Bibliographic coupling between scientific papers. American Documentation, 14(1), 10-25.

Kleinknecht, A. (2020). The (negative) impact of supply-side labour market reforms on productivity: an overview of the evidence. *Cambridge Journal of Economics*, *44*(2), 445-464.

Kong, H., Yuan, Y., Baruch, Y., Bu, N., Jiang, X., & Wang, K. (2021). Influences of artificial intelligence (AI) awareness on career competency and job burnout. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, *33*(2), 717-734.

Kumar, S., Rao, P., Singhania, S., Verma, S., & Kheterpal, M. (2024). Will artificial intelligence drive the advancements in higher education? A tri-phased exploration. *Technological Forecasting and Social Change*, *201*, 123258.

Langer, M., & König, C. J. (2023). Introducing a multi-stakeholder perspective on opacity, transparency and strategies to reduce opacity in algorithm-based human resource management. *Human Resource Management Review*, *33*(1), 100881.

Lazazzara, A., Za, S., & Georgiadou, A. (2025). A taxonomy framework and process model to explore AI-enabled workplace inclusion. *Journal of Business Research*, *201*, 115697.

Li, N., He, W., Yam, K. C., & Zhao, H. H. (2025). New Technology and OB/HRM in China: Digital Methods for Organizational Research. *Management and Organization Review*, 1-6.

Liang, J., Zhu, Y., Wu, J., & Chen, C. (2025). "When I Have the Advantage, I Prefer AI!" The Influence of an Applicant's Relative Advantage on the Preference for Artificial Intelligence Decision-making. *Journal of Business and Psychology*, 1-21.

Liu, X., Lin, Z., Fang, S., & Zhang, L. (2025). No man is an island: Will service robots reduce employee loneliness?. *Tourism Management*, *109*, 105151.

Lukaszewski, K. M., & Stone, D. L. (2024). Will the use of AI in human resources create a digital Frankenstein?. *Organizational Dynamics*, *53*(1), 101033.

Stone, D. L., Lukaszewski, K. M., & Johnson, R. D. (2024). Will artificial intelligence radically change human resource management processes?. *Organizational Dynamics*, *53*(1), 101034.

Sun, W., Ren, S., & Tang, G. (2025). In the era of responsible artificial intelligence and digitalization: business group digitalization, operations and subsidiary performance. *Annals of Operations Research*, 1-23.

Tambe, P., Cappelli, P., & Yakubovich, V. (2019). Artificial intelligence in human resources management: Challenges and a path forward. California Management Review, 61(4), 15-42.

Timming, A. R., Fan, D., Liu, Y., Kumar, V., & Neck, H. (2025). The Changing Role of Human Resource Management as a Driver of Innovation in New Organizational Forms. *British Journal of Management*, *36*(2), 500-510.

Trocin, C., Hovland, I. V., Mikalef, P., & Dremel, C. (2021). How Artificial Intelligence affords digital innovation: A cross-case analysis of Scandinavian companies. *Technological Forecasting and Social Change*, *173*, 121081.

Iddekinge, C. H., Lievens, F., & Sackett, P. R. (2023). Personnel selection: A review of ways to maximize validity, diversity, and the applicant experience. *Personnel psychology*, *76*(2), 651-686.

Ulrich, D. (1997). Human Resource Champions: The Next Agenda for Adding Value and Delivering Results. Harvard Business School Press.

van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics, 84(2), 523-538.

Vrontis, D., Christofi, M., Pereira, V., Tarba, S., Makrides, A., & Trichina, E. (2023). Artificial intelligence, robotics, advanced technologies and human resource management: a systematic review. *Artificial intelligence and international HRM*, 172-201.

Wang, S., Lim, W. M., Cheah, J. H., & Lim, X. J. (2025). Working with robots: Trends and future directions. *Technological Forecasting and Social Change*, *212*, 123648.

Wren, D. A., & Bedeian, A. G. (2009). The Evolution of Management Thought (6th ed.). John Wiley & Sons.

Wright, P. M., & McMahan, G. C. (1992). Theoretical perspectives for strategic human resource management. Journal of Management, 18(2), 295-320.

Wu, M., Tsai, N. E., Koh, L. Y., & Yuen, K. F. (2025). Maritime AI socialisation: Exploring the impact of digital enablers on human-AI collaboration and service and process innovation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *197*, 104053.

Xu, S., Stienmetz, J., & Ashton, M. (2020). How will service robots redefine leadership in hotel management? A Delphi approach. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, *32*(6), 2217-2237.

Zhang, H. (2024). Exploring the Impact of AI on Human Resource Management: A Case Study of Organizational Adaptation and Employee Dynamics. *IEEE Transactions on Engineering Management*.

Zhang, Q. (2025). Checks and balances: leveraging artificial intelligence for tri-balance personnel selection systems. *The International Journal of Human Resource Management*, 1-35.

Zheng, F., Zhao, C., Usman, M., & Poulova, P. (2024). From Bias to Brilliance: The Impact of Artificial Intelligence Usage on Recruitment Biases in China. *IEEE Transactions on Engineering Management*.

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. Organizational Research Methods, 18(3), 429-472.

THE THREATS OF DEEPFAKE CONTENTS REGARDING THE PERSONAL RIGHTS: AN ANALYSIS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE CONSTITUTION OF REPUBLIC OF TURKEY

Kaan DÜZDEMİR[1]

Abstact

Today, advances in artificial intelligence and digital technology have made it possible to imitate individuals' voices and images. This technology is being used as a means of manipulation to deceive individuals and society. As a result of voice and image imitations which reach a level where they cannot be distinguished from the real ones, they seriously threaten individuals' privacy and personal rights. In particular, the use of artificial intelligence-based systems, referred to as *deepfake technology*, can alter a person's image or voice to that of another person, producing fake videos that are very close to the reality. Deepfake was initially used for entertainment purposes when it first emerged. However, the misuse of its intended purpose poses a serious risk in terms of violating individuals' privacy and causing social disinformation. In accordance with the principles of natural and positive law, it is imperative that individuals' privacy and personal rights are protected comprehensively. The inadequacy of legal regulations to prevent the violation of individuals' privacy and personal rights through the use of deepfake technology is an undeniable reality. For this reason, legal regulations must be implemented to prevent the violation of individuals' fundamental rights as a result of current technological developments. Consequently, in the digital age, the protection of individuals' privacy and personal rights is becoming increasingly complex, giving rise to a need for both individual and constitutional protection. This study will examine the effects of deepfake technology on privacy and personal rights within the framework of the Constitution of Turkish Republic.

Keywords: Deepfake, Digital Disinformation, Privacy of Private Life, Personality Rights, 1982 Constitution.

INTRODUCTION

As a result of technological developments advancing at an unpredictable pace, social media, digital platforms and artificial intelligence have become indispensable elements of individuals' lives. Since the advances in artificial intelligence technology are at an unstoppable pace, a type of artificial intelligence called deepfake has become the part of our lives (Elitaş, 2022:117) states that the word *deepfake* is a combination of the concepts of *deep* (Tür. Derin) and fake (Tür. sahte). This technology allows videos published in the digital environment and to be manipulated by adding images, sounds or body movements (Aydın and Çelebi, 2023: 6). Thus, individuals can easily commit unlawful acts by using deepfake technology.

Indeed, deepfake has become so widespread that individuals can use it for free today (Babayiğit, 2021: 656). Technological developments are desired to serve scientific progress and the dissemination of knowledge. However, some ill-intentioned individuals take advantage of the conveniences brought about by technological developments, leading to crimes or violations of personal rights that are unforeseen in our positive legal texts. Thus, as the circulation of sources such as news, videos and images, which belong to the public and are easily accessible to individuals via social media, legal problems also arise. In light of these reasons, it becomes possible for malicious individuals to easily commit unlawful acts. Such

[1] Kaan Düzdemir, Public Law PhD, PhD Student, Near East University, Kyrenia, ORCID: 0000-0001-9083-3978

illegal acts also result in the violation of individuals' personal rights, particularly their honour and dignity. Thus, there is a necessity to implement new regulations in positive law to prevent these illegal acts and to impose sanctions when they result in violations (Belada, 2024: 322-323). Our current legislation does not include provisions regarding the sanctions for unlawful acts resulting from the use of deepfake technology as a tool, yet but considering all these, it is imperative to prevent the violation of individuals' personal rights and privacy which result from deepfake technology, and protect them in a constitutional context, within the framework of the legal system.

1. DEFINITION, STRUCTURE, FUNCTIONING AND APPLICATION AREAS OF DEEPFAKE TECHNOLOGY

1.1. Defining the Concept of Deepfake

Although there are similar definitions, deepfake has been expressed in different ways in terms of literal interpretation of law (Helmus, 2022: 3). The common definition among researchers is that it is an artificial intelligence-based application used to alter people's faces in photographs and videos, and voices or images in videos (Helmus, 2022: 3).

The emergence of deepfake technology dates back to recent times. In 2017, a user who is named as *deepfakes* on the *Reddit* site brought the concept of deepfake to the fore for the first time by uploading pornographic images of foreign celebrities (Negi, Jayachandran and Upadhya, 2019:183). Based on these images, deepfake technology has been used to create fake pornographic images of celebrities (Kietzmann et al., 2020:136).

1.2. The Process of Deepfake Technology

Deepfake refers to an umbrella term comprising several concepts, and deepfake technology can be categorised into four types based on its usage and operation: expression modification, face swapping, voice cloning, and face generation.

1.2.1. Changing Facial Expression

The method of changing facial is also referred to as *puppetry* (Belen and Yalçın, 2025: 204). This is because it is the integration of a person's facial expressions from one video into another one which is selected as a target. In other words, the expression which the person in the main video has becomes the expression of the person in the target video (Berk, 2020: 1513). For the reasons stated above, the term puppetry is an extremely appropriate concept for defining this method.

Indeed, Figure 1 shows the direct integration of facial expressions taken from an unknown source video onto the faces of three different individuals in three different target videos.

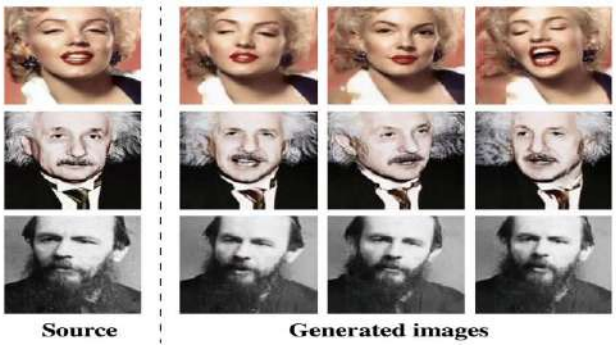


Figure 1: An Example of Expression Modification.
Source: (https://www.livescience.com/65573-mona-lisa-deepfakes.html).

1.2.2. Face Swapping

Face swapping occurs by identifying a target person and integrating the face of an individual from the source image into that person's face in a compatible manner (Berk, 2020: 1512). Thus, the person in the source image is presented as if they were the person in the target image. This method is used particularly in the creation of obscene and pornographic content against someone. In addition, this method plays a significant role in damaging the reputation of people who are active in social life. For these reasons, it is accepted that among the methods used as tools in the application of face-changing technology, this is the most effective and convincing method. As shown in Figure 2, the face of the person in the source image has been directly placed onto the face of the person in the target image.

Figure 2: An Example of Face Swapping.
Source: (https://www.donanimhaber.com/deepfake-nedir-nasil-yapilir--156808).

1.2.3. Voice Cloning

Voice cloning can be described as the process of using the voice of a an individual producing sentences and speeches that are intended to be spoken by that person. (Aydın and Çelebi, 2023: 8). It is important that the target person's speech is persuasive and realistic. In this context, the use of *text synthesis technology* will ensure that the target person's statements are realistic and capable of persuading the others.

1.2.4. Consistent Face Creation

The method of consistent face creation operates based on *Generative Adversarial Networks*.
In this system, two different neural networks compete with each other. One of these neural networks is called the *generative network*, while the other is called the *discriminative network* (Berk, 2020: 1513). The generative network attempts to deceive the discriminative network regarding the authenticity of the image it has created. If the generative network can deceive the discriminative network, the authenticity of the image produced is validated by the system. However, if the image generated by the generative network is not deemed acceptable by the discriminative network, the generative network will continue to strive to create a more realistic image (Farid et al., 2019: 4). Figure 3 shows the method of generative adversarial networks.

Figure 3: A Visual Produced Using the Generative Adversarial Network Method.
Source: (https://www.youtube.com/watch?v=afQpqI3K6Cc).

1.2. Application Fields of Deepfake Technology

Deepfake technology can be utilised in numerous fields by employing one or more of the methods mentioned above. Firstly, deepfake, which is commonly used in the entertainment and media sectors, is now also being employed in various fields such as political content production and cybercrime, primarily on social media platforms.

1.2.1. Using Deepfakes in the Entertainment and Media Industry

Deepfake technology is frequently used, particularly in the film and advertising industries. In our country, the famous Turkish film actor Kemal Sunal was portrayed in a bank advertisement. He was portrayed in this commercial in an extremely realistic and convincing manner. In addition, Paul Walker's brother completed filming in place of the famous actor, who lost his life during the preparation work for film which is called as Fast and Furious 7.
In the film, Paul Walker's face and his brother's face have been swapped using deepfake technology (Durmuş and Göktaş, 2023: 38). As can be seen, the examples mentioned above demonstrate the positive and successful effects of deepfake technology in the film and advertising industries (Çiçek and Yalçın, 2024: 36).

1.2.2. Using of Deepfakes on Social Media

The concept of social media is a general term used to describe platforms such as X, Facebook, TikTok, and Instagram and due to the advancement of technology in the 21st century, social media is a place where people frequently spend time. Thus, deepfake technology enables the production of content that could damage a person's reputation or privacy on social media. As a result of sharing such contents, propaganda could be spread to the detriment of the person concerned. Furthermore, companies and corporations may also face the risks mentioned above. Because of the deepfake videos' circulating on social media, it is possible for people to form negative opinions about the company or corporation concerned (Kırık and Özkoçak, 2023: 88).

1.2.3. Using of Deepfakes for Political Disinformation and Public Opinion Manipulation

Deepfake technology can be used in international relations and politics in ways that could lead to misleading and harmful consequences. For example, during the Russia-Ukraine war, the public was misled through the use of deepfakes. During this process, a fake video allegedly belonging to Ukrainian President Volodymyr Zelensky was on social media platforms. Created using deepfake technology, this video contained statements by Zelensky

calling for Ukraine to lay down its arms and surrender. The Russian press, however, has stated that this misleading video is accurate (Kırık and Özkoçak, 2023: 90). This incident demonstrates that deepfake-based videos have the power to shape relations between states.
Another example is the creation of a video showing a person being burned, using deepfake technology. This video resulted in political unrest and diplomatic crises in the region, including countries such as Ivory Coast, South Sudan and Kenya (Giansiracusa, 2021: 44). The impact of artificial intelligence on election results is an undeniable reality during election periods. Indeed, it is possible that artificial intelligence-based systems could lead to the manipulation of voters' will and opinions during election periods. The most concrete examples of this are Donald Trump's presidential campaign 2016 and *the Leave* campaign in the Brexit referendum which is related to the United Kingdom's withdrawal from the European Union. These examples present concrete instances of how artificial intelligence-based systems can manipulate voter's will. Finally, the use of deepfake technology has resulted in numerous character assassinations against politicians. Fake pornographic videos of politicians such as Barack Obama, Donald Trump and Angela Merkel have been created and these videos may result in the violation of the personal rights of the individuals concerned and may also cause international relations to become strained (Mahmud and Sharmin, 2021: 2).

2. EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DEEPFAKES AND PERSONALITY RIGHTS

Deepfake, one of the artificial intelligence-based visual and auditory manipulation technologies, can lead to unlawful consequences for personal rights if made available to malicious individuals. In particular, where an individual's image, voice or facial expression is altered or reproduced without permission, criminal and legal liability may arise against the person committing these acts. The scope of legal liability is outlined in Article 17 of our Constitution, Article 24 of the Turkish Civil Code, and the provisions of the Personal Data Protection Law. Personal rights are the ones that have no material value and cannot be measured in monetary terms and as a rule, they are closely tied to the individual (Zevkliler et. al, 1999: 122). Personal rights consist of values such as an individual's private life, honour, reputation, privacy and dignity. As can be seen, the scope of personality rights has not been determined by adopting a restrictive approach. In other words, the scope of personality rights in the positive legal order has been determined using an illustrative (exemplary) method (Serozan, 2013: 454). Where deepfake technology is used to target an individual's honour, reputation, privacy, and dignity, it can be argued that the individual's personality rights have been infringed. For example, if a person's face is integrated into another person using a face-swapping technique, it may be concluded that the personality rights of the person concerned have been violated. Another example is when a person's voice is copied using voice cloning technology and then used. In this case, the use of a person's voice tone, which is closely associated with their identity, without their consent may be deemed as the violation of personal rights. As can be seen, deepfake technology makes it extremely easy and possible to violate individuals' personal rights.

3. THE IMPACT OF DEEPFAKE APPLICATIONS ON PERSONAL RIGHTS AND PROTECTION MECHANISMS WITHIN THE FRAMEWORK OF CONSTITUTIONAL LAW

Deepfake technology raises concerns about the potential for the violation of a person's identity, reputation, private life and personal data through fake voices and images. At the forefront of these general provisions are, of course, the provisions of the 1982 Constitution concerning the protection of private life and the confidentiality of personal data. Furthermore,

the case law adopted by the Constitutional Court on the protection of private life and personal data also provides protective principles in this area. Yet, our positive legal norms do not contain special regulations regarding these violations directly. Therefore, it is imperative that solutions be devised by referring to the general provisions in our law concerning acts that violate personality rights due to artificial intelligence.

3.1. Protection of Privacy in Private Life

Under Article 20 of the 1982 Constitution, everyone has the right to demand respect for their private life. Furthermore, everyone has the right to the inviolability of their private life (1982 Constitution, Article 20).

Privacy in private life is classified into three categories according to Fisher-Hubber. These categories are: privacy in terms of location, privacy in terms of the individual, and data privacy. The first privacy is directly linked to an individual's freedom of movement and refers to the protection of the confidentiality of an individual's location. Privacy in terms of the individual protects the individual from unjust physical interference. Privacy in terms of data, on the other hand, is a concept related to whether the collection, storage and distribution of personal information belonging to the individual can be carried out within the framework of the law (Korkmaz, 2014: 101).

From a jurisprudential perspective, Article 20 of the Constitution protects individuals' right to privacy in their private lives. On the other hand, judicial precedent, primarily through the European Court of Human Rights, the Constitutional Court, and local courts, ensures the practical application of an individual's right to privacy in their private life.

Indeed, in one of its decisions, the Constitutional Court stated that it is imperative to protect individuals' right to privacy in their private lives from the state (Constitutional Court Murat Haliç decision, Case No: 2017/24356, 8 July 2020). In another decision, the Constitutional Court emphasised that the state has a positive obligation to protect the privacy of individuals' private lives (Constitutional Court Nurcan Belin decision, B. No: 2014/14187, 10/01/2018). Thus, if someone's privacy is violated through deepfake technology, as there is no specific provision in our legislation, the general provision of Article 20 of the Constitution and the general provisions in the laws will be applied.

3.2. Protection of Personal Data Privacy

Personal data is a general concept encompassing all information relating to the specific or identifiable details of a natural person (Personal Data Protection Act, Article 3, Paragraph I-d). According to this definition, personal data encompasses any specific or identifiable information pertaining to an individual (Aksoy, 2010: 11). The protection of personal data is regulated in Article 20, Paragraph 3 of our Constitution, as a result of the constitutional amendment made in 2010. Regarding to the relevant provision, everyone has the right to request the protection of personal data concerning them. In addition, everyone has the right to have their personal data corrected, stored, or to receive detailed information about this data.

As can be seen, the necessary regulations have been made within the scope of the Personal Data Protection Law, primarily in accordance with Article 20 of our Constitution, regarding the protection of personal data. Here the question is *can an act be committed that has the potential to result in the violation of a person's personal data through the use of deepfake technology?* In this context, if an assessment is to be made, it is my opinion that the use of deepfake technology can violate a person's personal data either directly or indirectly. In other words, this violation may be direct or indirect. For example, when a person's voice is imitated using voice cloning, their gender and age range may be known to others. Knowing someone's gender may be considered a direct violation of personal data, while knowing their age range may be considered an indirect violation of personal data. Indeed, regarding to Article 3/f I-d

of the Personal Data Protection Law, personal data is a broad concept encompassing all information relating to a specific or identifiable individual. Therefore, in the hypothetical case in question, the victim's gender can be determined from their tone of voice, and their age range can be determined from whether their voice is deep or high-pitched. It should also be noted that our positive law does not contain specific regulations regarding acts resulting in the violation of personal data through the use of deepfake technology. Therefore, the legal rules applicable to such violations will be the general provisions contained in relevant legislation, primarily our constitution.

CONCLUSION

Deepfake technology, one of the most significant revolutions of the digital transformation era, demonstrates how it can violate sensitive boundaries in terms of artificial individual rights and freedoms. In this context, deepfake technology poses serious threats to the personality rights of individuals, and if applicable, legal entities, through visual and auditory manipulation techniques. These violations, which particularly target the individual's identity, honour, private life and reputation, directly create a constitutional debate area in terms of the principles related to *the privacy of private life* regulated in Article 20 of our Constitution. When examined from a constitutional law perspective, deepfake technology poses risks not only to individuals but also in the public sphere. Deepfake technology, which has the potential to exert manipulative influence, particularly during election periods or public opinion-forming processes, may indirectly undermine fundamental democratic rights such as the 'freedom to express and disseminate thoughts' regulated in Article 26 of the Constitution and the 'right to vote and be elected guaranteed in Article 67.

The absence of clear provisions in the current legal system regarding the prevention of visual content produced using deepfake technology or the determination of legal liability makes it difficult to prevent violations arising from deepfake technology and to impose sanctions. Under Turkish law, although Articles 24 and 25 of the Turkish Civil Code No. 4721 and the Personal Data Protection Law No. 6698 provide certain safeguards within the framework of the fundamental rights guaranteed by the Constitution, these regulations still fail to offer a legal solution for violations arising from the use of deepfake technology. Therefore, it is imperative that violations of rights arising from the use of deepfake technology be regulated within a new and up-to-date legislative framework.

Consequently, deepfake technology is described as a phenomenon that has the potential to lead to rights violations at both the individual and public levels, pushing the boundaries of traditional rights protection mechanisms. In this context, the constitutional order must reshape its positive obligations to protect the personal integrity of individuals in line with the requirements of the digital age. The state must construct an effective protection system against AI-based manipulation, while maintaining the delicate balance between freedom of expression and personal rights, as a requirement of the rule of law in the digital age.

REFERENCES

Aksoy, H. C. (2010). Kişisel verilerin korunması. *Ankara: Çakmak Yayınevi*.

Anayasa Mahkemesi Murat Haliç kararı, B. No: 2017/24356, 8/07/2020.

Aydın, E.N., Çelebi N.A.(2023). "Yapay Zekâ ve Hukuk: Deepfake Üzerine Bir Değerlendirme", İstanbul Barosu Dergisi.

Babayiğit, B. (2021). DEEPFAKE'İN CEZA HUKUKU BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE DE LEGE FERENDA ÖNERİLER. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 25(4), 655-703. https://doi.org/10.34246/ahbvuhfd.1018877

Belada, N. E. S. (2024). Deepfake Dezenformasyonu. *Bilişim Hukuku Dergisi*, *6*(1), 321-358. https://doi.org/10.55009/bilisimhukukudergisi.1387306.
Belen, N., & Yalçın, N. (2025). Deepfake Teknolojisi ve Ceza Hukuku: Ses ve Görüntü Manipülasyonlarından Doğan Cezai Sorumluluk. The Journal of International Scientific Researches, 10(2), 202-228. https://doi.org/10.23834/isrjournal.1620843
Berk, M. E. (2020). Dijital Çağın Yeni Tehlikesi "Deepfake. OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 16(28), s.1510-1523.
Çiçek, H. K., & Yalçın, N. (2024). Deepfake Bir Tehdit mi Fırsat mı?. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, *11*(32), 31-46.
Durmuş, Y., & Göztaş, A. (2023). Deepfake: Post-Truth Çağı İnsanlarında Fırsat ve Tehditlere Yönelik Algılar. E. Er içinde, Medya ve Kültür Odağında İletişim(s. 25-53). Ankara: Akademisyen Kitabevi.
Elitaş, T. (2022). DİJİTAL MANİPÜLASYON 'DEEPFAKE'TEKNOLOJİSİ VE OLMAYANIN İNANDIRICILIĞI. *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *19*(49), 113-128.
Farid, H., Davies, A., Webb, L., Wolf, C., Hwang, T., Zucconi, A., & Lyu, S. (2019). Deepfakes and audiovisual disinformation. *Centre for Data Ethics and Innovation (CDEI). https://www. gov. uk/government/publications/cdei-publishes-its-first-series-of-three-snapshot-papers-ethical-issues-in-ai/snapshot-paper-deepfakes-and-audiovisual-disinformation (09.04. 2022)*. https://www.youtube.com/watch?v=afQpqI3K6Cc, Erişim tarihi: (12.10.2025).
Giansiracusa, N. (2021). How Algorithms Create and Prevent Fake News: Exploring the Impacts of Social Media, Deepfakes, GPT-3, and More. New York: Apress.
Helmus, T. C. (2022). Artificial intelligence, deepfakes, and disinformation: A primer.
https://www.donanimhaber.com/deepfake-nedir-nasil-yapilir--156808, Erişim tarihi: (12.10.2025).
https://www.livescience.com/65573-mona-lisa-deepfakes.html, Erişim tarihi: (12.10.2025).
Kırık, A. M., & Özkoçak, V. (2023). MEDYA VE İLETİŞİM BAĞLAMINDA YAPAY ZEKÂ TARİHİ VE TEKNOLOJİSİ: CHATGPT VE DEEPFAKE İLE GELEN DİJİTAL DÖNÜŞÜM. Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi(58), 73-99. https://doi.org/10.17498/kdeniz.1308471
Kietzmann, J., Lee, L. W., McCarthy, I. P., & Kietzmann, T. C. (2020). Deepfakes: Trick or treat?. *Business horizons*, *63*(2), 135-146.
Korkmaz, A. (2014). İnsan Hakları Bağlamında Özel Hayatın Gizliliği Ve Korunması. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 2014(3), 99-103. https://doi.org/10.18493/kmusekad.97442
Mahmud, B. U., & Sharmin, A. (2021). Deep insights of deepfake technology: A review. arXiv preprint arXiv:2105.00192.
Negi, S., Jayachandran, M. & Upadhyay, S. (2021). Deep fake: An Understanding of Fake Images and Videos. International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology, 7(3), ss. 183-188.
Serozan, R. (2018). *Medeni hukuk: genel bölüm: kişiler hukuku*. Vedat Kitapçılık.
Zevkliler A., Acabey, M. B., Gökyayla E. (1999).Medeni Hukuk, Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 6. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
1982 Anayasası.
4721 Sayılı Türk Medeni Kanunu.
6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu.

AVRUPA İNSAN HAKLARI MAHKEMESİ'NİN SOMUT KARARLARI BAĞLAMINDA MÜLKİYET HAKKININ İNCELENMESİ

ANALYSIS OF THE RIGHT TO PROPERTY IN THE CONTEXT OF CONCRETE DECISIONS OF THE EUROPEAN COURT OF HUMAN RIGHTS

Kaan Düzdemir[1]

Özet

Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi (AİHM) Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi (AİHS), 1950 yılında Roma şehrinde imzalanmıştır. Buna karşın, sözleşme üç sene sonra yani 1953 yılında yürürlüğe girmiştir. AİHS, bireylere ilişkin birçok hak ve hürriyeti içeriğine dahil etmiştir. Ancak, mülkiyet hakkı AİHS kapsamında doğrudan düzenlenmemiştir. Yine de bireyler mülkiyet hakkı açısından korunmasız bırakılmamıştır. Gerçekten de AİHS Ek 1 No'lu Protokol'ün 1. maddesinde mülkiyet hakkının korunmasına yönelik hükümler bulunmaktadır. Bu düzenleme çerçevesinde mülkiyet hakkının ihlaline ilişkin bir iddianın değerlendirilmesinde mahkeme *"mülkten yoksun bırakma"*, *"mülkiyetin kullanımının kontrolü"* ve *"mülkiyete saygı yükümlülüğü"* olmak üzere üç farklı kıstası esas almak suretiyle bir değerlendirme yapacaktır. Çalışmada, Türkiye ve AİHS Ek 1 No'lu protokole taraf olan ülkeler aleyhine verilen kararlar, AİHM tarafından mülkiyet hakkına ilişkin bir uyuşmazlıkta esas alınan içtihatların uygulanma biçimi ve Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi'nin *"mülkten yoksun bırakma", "mülkiyetin kullanımının kontrolü"* ve "*mülkiyete saygı yükümlülüğü"* şeklindeki üçlü ayrımını analiz ederek, her bir müdahale türünün hukuka uygunluk kriterleri mahkeme kararları çerçevesinde tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi, Mülkiyet Hakkı, AİHS Ek 1 No'lu Protokol.

Abstract

The European Court of Human Rights (ECtHR) The European Convention on Human Rights (ECHR) was signed in Rome in 1950. However, the convention entered into force three years later, in 1953. The ECHR encompasses many rights and freedoms pertaining to individuals. However, the right to property is not directly regulated under the ECHR. Nevertheless, individuals are not left without protection in terms of their right to property. Indeed, Article 1 of Protocol No. 1 to the ECHR contains provisions for the protection of the right to property.

[1] Kaan Düzdemir, Public Law PhD, PhD Student, Near East University, Kyrenia, ORCID: 0000-0001-9083-3978.

Within the framework of this provision, when assessing a claim for a violation of the right to property, the court will base its assessment on three different criteria: "deprivation of property," "control over the use of property," and "obligation to respect property." This study will analyze the legality criteria for each type of intervention within the framework of court decisions, analyzing the decisions rendered against Turkey and countries party to Protocol No. 1 to the ECHR, the application of the jurisprudence adopted by the ECtHR in a dispute concerning property rights, and the European Court of Human Rights' tripartite distinction of "deprivation of property," "control of the use of property," and "obligation to respect property."

Keywords: European Court of Human Rights, Right to Property, Protocol No. 1 to the ECHR.

I. GİRİŞ

Avrupa Birliği (AB), günümüz dünyasının en önemli ve etkin kuruluşlardan birisi olarak ifade edilebilmektedir. Gerçekten de diğer uluslararası organizasyonlara nazaran AB, başta siyasi açıdan olmak üzere hukuk, ekonomi ve ticaret alanlarında tam bir bütünleşme sağlamak suretiyle kendine özgü (sui generis) bir yapıya evrilen önemli bir uluslararası organizasyon olarak karşımıza çıkmaktadır.

Avrupa Birliği'nin kuruluşunun temeli 1950'li yıllara kadar dayanmaktadır. II. Dünya Savaşı'nın ortaya çıkardığı kaos ve ekonomik kriz ortamının neticesinde Avrupalı devletler tarafından birliktelik ve dayanışma fikri ortaya çıkmıştır. Bu düşünce hareketinin bir sonucu olarak, 1951 yılında Paris Antlaşması vasıtasıyla Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu kurulmuştur. Bu antlaşmayı takiben sırasıyla; Roma Antlaşması, Maastricht Antlaşması, Roma Antlaşması, Amsterdam Antlaşması, Nice Antlaşması ve Lizbon Antlaşması imzalanmıştır.

Avrupa Birliği'nin hukuk alanında bütünleşme hareketleri ilk defa 1950 yılında imzalanan Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi ile başlamıştır. Söz konusu sözleşme, sanıldığının aksine yalnızca birliğe üye olan devletler bakımından uygulama alanı bulmamakta, birlik üyesi olmayan fakat sözleşmeye taraf olan ülkeler bakımından da uygulanmaktadır. Dolayısıyla, sözleşmeye taraf olan fakat birlik üyesi olmayan ülkeler de AİHS hükümleri ile bağlı olmak durumundadır.

Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi, bireylerin temel, sosyal ve siyasi hak ve hürriyetlerine ilişkin hükümleri uhdesinde barındırmaktadır. Buna karşın, AİHS bünyesinde temel hak ve

hürriyetlerden birisi olan mülkiyet hakkına ilişkin bir düzenleme bulunmamaktadır. İlk bakışta, AİHS tarafından mülkiyet hakkına ilişkin bir koruma öngörülmediği kanısına varılsa da AİHS kapsamında düzenleme alanı bulamayan hak ve hürriyetler ek protokoller aracılığı ile düzenlenmiştir. Mülkiyet hakkı da AİHS Ek 1 No'lu prokol kapsamında düzenlenmiştir. Mülkiyet hakkına ilişkin pozitif hukuk düzenlemesinin yanı sıra AİHM, yıllar içerisinde benimsediği içtihatlar sayesinde daha etkin ve hukuka uygun bir şekilde ihlal iddialarını denetleme imkanına kavuşmuştur. Bu kapsamda, AİHM konusu mülkiyet hakkı olan bir uyuşmazlık ile karşı karşıya kaldığında, EK 1 No'lu protokole ek olarak şu hususları da inceleyecektir; *"mülkten yoksun bırakma"*, *"mülkiyetin kullanımının kontrolü"* ve *"mülkiyete saygı yükümlülüğü"*. Görüldüğü üzere AİHM, dava konusu olan şey ile başvurucu arasında yukarıda ifade edilen hususların varlığını tespit etmek suretiyle uyuşmazlıkla ilişkin kararını verecektir.

II. Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi Kararlarında Mülkiyet Hakkının Yorumu

A. Christodoulidou-Türkiye Kararı

1927 Lefkoşa doğumlu olan başvurucuya ait bir taşınmaz bulunmaktadır. Bu taşınmaz, 1974 yılına kadar Kıbrıs Cumhuriyeti sınırları içerisinde yer alırken 1974 yılından sonra Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin sınırları içerisine dahil olmuştur. Başvurucu, 1974 yılından sonra taşınmazı üzerinde kamulaştırma işleminin uygulandığı gerekçesi ile mülkiyet hakkından yoksun kaldığını ileri sürmüştür. Bu talep neticesinde, uyuşmazlık Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi'nin 4. Dairesi tarafından değerlendirilmeye alınmıştır. Daire, öncelikle söz konusu uyuşmazlıkta taraf gösterilmesi gereken ülkeyi tespit etme çalışmalarına başlamıştır. Bu bağlamda daire, başvurucunun mülkiyet hakkından yoksun kalmasına ilişkin iddiasının muhatabının Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti olmadığına mevcut bölge üzerinde Türkiye'nin fiili hâkimiyetinin bulunmasından kaynaklı somut olayda taraf devletin Türkiye olduğunu ifade etmiştir. Böylece, uyuşmazlıkta taraf devlet sıfatına haiz olarak Türkiye muhatap alınmıştır. Türkiye söz konusu hak ihlali iddiasına karşın, başvurucunun taşınmazı üzerinde sonuç doğuran kamulaştırma işleminin yerel mevzuatlara ve AİHS' ne uygun olduğunu ileri sürmüştür.

Daire, başvurucunun 1974 yılından itibaren taşınmazı üzerinde fiili hakimiyetinin bulunmadığını ifade etmiştir. Ayrıca, bu fiili hakimiyetin aralıksız ve sürekli bir hal almasından dolayı başvurucunun mülkiyet hakkının kullanılması bakımından, imkanının bulunmadığı görüşünü benimsemiştir. Gerçekten de, 1974 yılından sonra mevcut taşınmazın başka bir hukuki rejime tabi olmasının bir sonucu olarak taşınmaz üzerinde uygulanan

kamulaştırma işlemi neticesinde, başvurucu ile taşınmazın arasındaki fiili hakimiyette kopma meydana geldiği görülmektedir. Böylece, başvurucu mevcut taşınmaz üzerindeki arsasının mutlak hâkimiyetini kaybetmiştir. Ayrıca, söz konusu fiili hakimiyetin yitirilmesi hususunun aralıksız ve sürekli bir şekilde vuku bulması hususu da mahkemenin inceleme konularından birisi olmuştur (Düzdemir, 2023: 30).

Yukarıda ifade edilen gerekçeler ışığında, AİHM 4.Daire'si başvurucunun taşınmazı üzerinde hukuki sonuç doğuran kamulaştırma işleminin AİHS Ek 1 Nolu protokol kapsamında hukuka aykırı olduğunu, bu işlem sonucunda başvurucunun mülkiyet hakkının ihlal edildiği sonucuna varmıştır. Böylece, Türkiye'nin başvurucuya tazminat ödemesine hükmedilmiştir (insanhaklari.gen.tr/Metin.aspx?id=55116 &d=E**,** Erişim tarihi: 16.10.2025).

B. X v. Federal Almanya Cumhuriyeti Kararı

AİHM bu kararında, işçinin veya serbest meslek erbabının, emeği sonucunda hak etmiş olduğu ücretinin belirlenmesi hususunda düzenlenen yerel mevzuatların, bu kişilerin aleyhine değiştirilmesi hususu ile mülkiyet hakkının ihlal edilmesi meselesi arasında bir ilişkinin bulunup bulunmadığını değerlendirmiştir.

Somut uyuşmazlıkta başvurucu, noterlik mesleğini icra etmektedir. Başvurucu, üniversite kiliseler ve maddi anlamda kâr amacı bulunmayan dernekler gibi tüzel kişiliği bulunan kuruluşların belge hazırlama veya onaylama gibi görev alanı dahilinde olan işlerin sonucunda elde edeceği ücretlerin pozitif hukuk düzenlemeleri vasıtasıyla azaltılmasının, mülkiyet hakkının ihlali sonucunu doğuracağını ileri sürmüştür. Söz konusu talebini, AİHM'ne de iletmiştir.

Avrupa İnsan Hakları Komisyonu ise ücretlere ilişkin mevzuat değişikliğin başlı başlına mülkiyet hakkının ihlali olmadığını, alınan ücretlerin pozitif hukuk normları ile düzenlendiğini, söz konusu ücretlerin düşürülmesi durumunun mülkiyet hakkının ihlaline yol açmayacağını belirtmiştir (hudoc.echr.coe,int/fre#{"itemid":["001-3167"]}, Erişim tarihi: 16.10.2025).

C.Öneryıldız v Türkiye Kararı

Başvurucu, İstanbul'un Ümraniye ilçesinde gecekondu olarak tabir edilen binaların yer aldığı bir bölgede ikamet etmektedir. Başvurucu, ikamet ettiği bu bölgede gerçekleşen bir patlama sonucunda ikamet ettiği taşınmazı dahil, mülkiyetinde bulunan eşyaları yok olmuştur. Başvurucu bu olay neticesinde, mülkiyet hakkının da ihlal ettiğini öne sürmek suretiyle Türkiye aleyhine AİHM' e başvurmuştur (Düzdemir, 2023: 32).

Türkiye bu başvuruya ilişkin olarak, başvurucunun ikamet ettiği taşınmazın Türk kanunları uyarınca kendisine ait olmadığını, ilgili taşınmazın hazinenin mülkiyetine dahil olduğunu böylece söz konusu taşınmazın ve eşyaların yok olması durumunun başvurucunun mülkiyet hakkının ihlali sonucu doğurmadığını öne sürmüştür.

AİHM ise Türkiye'nin zımni ve açık bir şekilde kaçak yapılaşmaya izin verdiğini, bu yapıların meydana getirilmesinin engellenmesi hususunda pozitif bir yükümlülük altında olduğunu ifade etmiştir. Dolayısıyla, mahkeme başvurucunun Ek 1 Nolu Protokol uyarınca mülkiyet hakkının ihlal edildiği sonucuna ulaşmış ve taraf devlet aleyhine tazminata hükmetmiştir (hudoc.echr.coe.int/eng#{"itemid":["001-162089"]}, Erişim tarihi: 16.10.2025).

D. Brumarescu v Romanya Kararı

1950 tarihinde Romanya iç hukukunda yer alan mevzuatlar çerçevesince hakkında kamulaştırma kararı verilen ve icra edilen bir taşınmaz 1974 yılında başvurucuya satılmıştır. Başvurucu, 1993 yılında iç hukuk yollarına başvurmak suretiyle kamulaştırma işleminin hukuka aykırı olduğu ileri sürmüştür. İlk derece mahkemesi, davacının talebini hukuka uygun bulmuştur. Buna karşın, söz konusu karar temyiz edilmiştir. Temyiz mahkemesinin, davacının lehine olan kararı bozması üzerine konu AİHM' e taşınmıştır (hudoc.echr.ceo.int/eng #{"itemid":["001-58337"]}, Erişim tarihi: 16.10.2025).

AİHM, öncelikle uyuşmazlık konusu olan taşınmaza ilişkin kamulaştırma kararının iç hukukta öngörülen mevzuatlara uygun bir şekilde alınıp alınmadığı meselesinin araştırılması gerektiğini belirtmiştir. Kararın içeriğinde dikkat çeken bir başka husus ise, davaya konu olan taşınmaza ilişkin verilen kamulaştırma kararının üstünden 43 sene gibi uzun bir sürenin geçmesine rağmen söz konusu taşınmaza ilişkin verilen bu kararın AİHM tarafından denetime tabi tutulabilmesidir. Böylece, AİHM mülkiyet hakkının ihlaline ilişkin iddiaların zamanaşımı veya hak düşürücü süreler ile kısıtlanamayacağını görüşünü benimsemektedir (Altan: 2008, 206).

Böylece, mülkiyet hakkının ihlaline ilişkin taleplerin ileri sürülmesi meselesinde başvurucu açısından herhangi bir zamanaşımı veya hak düşürücü süre öngörülmesi, başvurucu açısından mülkiyet hakkının ihlaline sebep olacağı ifade edilebilmektedir.

E. Sporrong ve Lönnroth v İsveç Kararı

Sporrong ve Lönnroth v İsveç kararı, AİHM'in benimsediği ve uyguladığı üç kural ilkesinin temelini oluşturan karardır. Gerçekten, AİHM ilk defa bu kararın içeriğinde üç kural ilkesinin

tanımını ve unsurlarını açıklamıştır (hudoc.echr.coe.int/eng#{"itemid":["001-57580"]}, Erişim tarihi: 16.10.2025).

AİHS Ek 1 Nolu Protokol m.1/1 hükmünün ilk cümlesi uyarınca kural olarak kişiler mal ve mülk dokunulmazlığı hakkına sahiptirler. Buna ek olarak, aynı hükmün ikinci cümlesinde belirli normların varlığı halinde ilk cümledeki mal ve mülk dokunulmazlığının ortadan kaldırılabileceği ifade edilmiştir. Yani, kişilerin mal ve mülk dokunulmazlıkları mutlak değildir. Ayrıca, m.1/2 hükmünde üçüncü kural düzenlenmiştir. Ülkeler, iç hukuk mevzuatlarından birisi olan kanunlar ile belirlenen sınırlar içerisinde kendi genel çıkarlarına uygun olmak koşuluyla bireylerin mal ve mülklerden yararlanma, kullanma ve kontrol etme haklarını düzenleyebilmektedirler (Cars-Frisk, 2001: 7).

Böylece, mülkiyet hakkının ihlaline ilişkin uyuşmazlıklarda sadece pozitif hukuk kurallarından yararlanan AİHM, bu karar ile birlikte üç kural ilkesi olarak ifade edilen prensiplerden de yararlanabilecektir.

SONUÇ

Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi'nin mülkiyet hakkına ilişkin içtihadı, yalnızca bireysel başvuruların çözümüne hizmet eden bir yargısal pratik olmaktan çıkmış, Avrupa insan hakları düzeninde mülkiyetin anlamı ve korunma biçimini yeniden tanımlayan normatif bir referans kaynağı haline gelmiştir. Mahkeme'nin Ek 1 No'lu Protokol'ün 1. maddesine ilişkin kararları, mülkiyet hakkını mutlak bir hak olarak değil, kamu yararı ve adil denge ilkeleriyle sınırlandırılmış bir hak alanı olarak yorumlamaktadır. Bu yaklaşım, mülkiyetin yalnızca ekonomik bir değer değil, hukuki güvenlik, meşru beklenti ve demokratik toplum düzeniyle doğrudan ilişkili bir hak olduğunu ortaya koymaktadır.

Somut kararlar, AİHM'in mülkiyet hakkına yönelik değerlendirmelerinde üç temel ölçütün belirleyici olduğunu göstermektedir: müdahalenin kanuniliği, meşru bir kamu yararına dayanması ve orantılılık ilkesine uygunluğu. Bu ölçütler hem mülkten yoksun bırakma hem de mülkiyetin kullanımının kontrolü niteliğindeki müdahalelerde, birey ile devlet arasındaki çıkar dengesini sağlama amacına hizmet etmektedir. Özellikle Türkiye aleyhine verilen kararlar incelendiğinde, mülkiyetin tanımına ve meşru beklenti kavramına ilişkin içtihadın giderek genişlediği; idarenin keyfi tasarruflarına karşı bireysel koruma alanının güçlendirildiği görülmektedir.

Bununla birlikte, AİHM kararlarının ulusal düzeyde uygulanmasında süreklilik ve etkinlik sorunları hâlen devam etmektedir. Kararların yalnızca ihlalin tespitiyle sınırlı kalmayıp, iç

hukukta yapısal düzenlemelere öncülük etmesi gerektiği açıktır. Bu nedenle çalışmanın genel sonucu olarak belirtilebilir ki, mülkiyet hakkının Avrupa düzeyinde gerçek anlamda korunması, yalnızca AİHM'in içtihat üretmesiyle değil, üye devletlerin bu içtihatları iç hukuk sistemlerine bütüncül biçimde yansıtmalarıyla mümkün olacaktır.

Sonuç itibarıyla, AİHM'in mülkiyet hakkına ilişkin içtihatları, insan hakları hukukunda mülkiyetin klasik anlamını aşarak, sosyal devlet ilkesi, adalet ve hukuki güvenlik değerleriyle bütünleşmiş çağdaş bir mülkiyet anlayışının temellerini atmıştır. Bu anlayış, mülkiyet hakkını yalnızca bireyin sahip olduğu bir malvarlığı değil, aynı zamanda demokratik bir toplumda özgürlük, öngörülebilirlik ve hukukun üstünlüğü ilkeleriyle iç içe geçmiş bir hak olarak yeniden konumlandırmaktadır.

KAYNAKÇA

Düzdemir, Kaan, "Avrupa Birliği Hukuku ve Türk Anayasa Hukukunda Mülkiyet Hakkı", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2023.

Chrıstodoulıdou v. Turkey, Application No. 16085/90, 2010.

X v. The Federal Republıc of Germany, Application No. 5495/72, 1974.

Öneryıldız v Turkey, Application No. 48939/99, 2004.

Altan, Altan. Mülkiyet Hakkı, Güvencesi ve Korunması, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2008.

Brumarescu v Romania, Application No: 28342/95, 1999.

Sporrong ve Lönnroth v İsveç, Application No: 7152/75, 1982.

Carss-Frisk, Monica. Mülkiyet Hakkı, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesinin 1 No'lu Protokolünün 1.Maddesinin Uygulanmasına İlişkin Kılavuz, İnsan Hakları El Kitapları, No:4, Strazburg, Avrupa Konseyi, 2001.

ENHANCING LEARNERS' GRAMMAR PROFICIENCY WITH THE HELP OF INFORMATION AND TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES IN ENGLISH EDUCATION

Kadyrova Gulnur Makhsatkhankyzy
S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, senior teacher
Astana, Republic of Kazakhstan
http://orcid.org/0000-0003-2610-2710
Kypshakbaeva Aigerim Kuanyshbekkyzy
Kazakh National Academy of Choreography, senior teacher
Astana, Republic of Kazakhstan

Annotation. The integration of information and telecommunication technologies (ICT) into English language teaching has transformed the process of developing grammatical skills, making instruction more interactive, efficient, and learner-centered. This study examines how ICT tools—such as digital platforms, mobile applications, online communication technologies, and multimedia resources – enhance the acquisition, practice, and consolidation of English grammar.

The article presents the results of a pedagogical experiment on the use of information and communication technologies (ICT) for developing English grammar skills among upper-secondary and college-level students in Astana, Kazakhstan. The research involved 98 learners from Comfort School No. 110 and School-Lyceum No. 78 who initially demonstrated low-to-intermediate (A2–B1) proficiency and serious difficulties in transferring grammar knowledge into real communication. From September to November 2025, the experimental group (n=52) studied grammar through a combination of traditional methods and systematically integrated ICT tools, while the control group (n=46) followed the conventional programme. Pre- and post-testing, analysis of productive speech samples, motivation questionnaires, and classroom observations revealed that the experimental group significantly outperformed the control group in grammatical accuracy (+23.3 vs. +10.7 points), error reduction in speaking and writing (-42%), and motivation indicators. The study provides an extended overview of digital resources actually used and offers detailed methodological recommendations for teachers.

Overall, ICT-based instruction proves to be a powerful pedagogical approach for enhancing grammatical skills in English. The study concludes that digital technologies not only diversify classroom practice but also create favorable conditions for sustained cognitive engagement, independent learning, and improved grammatical proficiency. The findings recommend broader implementation of ICT tools across English language curricula to support active learning, personalization, and effective grammar acquisition.

Keywords: English grammar skills, information and communication technologies (ICT), interactive platforms, immediate feedback, motivation, communicative competence.

Introduction

Modern society places ever-increasing demands on foreign-language proficiency. The State Compulsory Standard of Secondary Education and the corresponding standards of higher education in Kazakhstan explicitly state that graduates must be able to use English as a tool for professional and intercultural communication. Grammar competence is a cornerstone of this ability: without automated mastery of morphological and syntactic means, fluent and accurate speech is impossible.

However, traditional grammar teaching in Kazakhstani schools and colleges still largely relies on explanation–translation–drill sequences. Students successfully reproduce rules on tests, yet make systematic mistakes in spontaneous speech and writing. A preliminary survey conducted in 2024–2025 showed that 76% of learners could not correctly use basic tense forms, articles, or conditionals in monologue speech despite satisfactory test results [1].

Information and communication technologies open fundamentally new possibilities for solving this problem. Digital tools allow visualisation of abstract grammatical phenomena, instantaneous corrective feedback, individualisation and differentiation of tasks, embedding grammar practice in authentic communicative contexts, and gamification that dramatically increases motivation.

Despite obvious advantages, many teachers use ICT episodically and do not build a systematic methodology for grammar-skill formation [2]. The present study therefore aims to theoretically substantiate and experimentally verify a methodology for forming English grammar skills through systematic integration of ICT in the conditions of Astana educational institutions.

Research aim: to develop and test a methodology for enhancing learners' grammar proficiency using ICT.

Research objectives:

1. Analyse theoretical approaches to grammar-skill formation and ICT possibilities.
2. Develop a complex of ICT-supported exercises oriented toward the active grammatical minimum.
3. Conduct a pedagogical experiment in two Astana institutions and evaluate effectiveness.
4. Formulate practical recommendations for English teachers.

Object of research: the process of forming English grammar skills.

Subject of research: methodological conditions for the effective use of ICT in this process.

Materials and мethods

According to I.L. Beam (2007), teaching grammar means forming language-specific grammatical mechanisms so that students simultaneously develop knowledge and automated skills. Grammar competence is two-layered: declarative (knowledge of rules) and procedural (ability to use forms automatically). G.V. Rogova (1991) distinguishes five stages of skill formation: orientation, imitative–algorithmic practice, combining actions, systematisation, and integration into free speech.

Cognitive psychology (Sweller's Cognitive Load Theory, Mayer's Multimedia Learning Principles) proves that simultaneous visual and auditory input with minimum extraneous load accelerates deep processing and long-term retention. ICT tools perfectly realise these principles through animation, colour highlighting, immediate feedback, and adaptive algorithms [3].

The following tools were used systematically throughout the experiment. Each phenomenon was practised in at least two different digital formats.

1. **Lingualeo (lingualeo.com)** Adaptive platform with 300+ ready-made grammar sets and teacher-class functionality. Used for daily 12–15-minute homework. Examples: "Present Perfect vs Past Simple", "Articles A/AN/THE/ZERO" with song and film cloze texts.

2. **Quizlet (quizlet.com)** Teacher-created sets with Learn, Gravity, Match, and Test modes. Key sets: "Irregular Verbs Top-100", "Modal Verbs of Obligation & Permission", "First & Second Conditionals – formula + real-life examples".

3. **LearnEnglish British Council (learnenglish.britishcouncil.org)** Grammar A2–B1 section and video series "Word on the Street", "Grammar Chant" drag-and-drop exercises, especially popular Present Continuous chants.

4. **Cambridge English activities (cambridgeenglish.org/learning-english)** Official games and "Write & Improve" automated checker used for conditionals and passive-voice writing tasks.

5. **BBC Learning English (bbc.co.uk/learningenglish)** "6-Minute Grammar" podcasts with interactive quizzes; "English at University" and "The Flatmates" animated series with grammar-spot pauses.

6. **Kahoot! and Mentimeter** Weekly live revision quizzes (e.g., "Tense Race", "Conditionals Challenge"). Average participation 100%, average accuracy 84%.

7. **Genially and Canva interactive presentations** Teacher-created animated stories: "A Day in Tim's Life" (timeline for Present tenses), "If I won a million…" (interactive Second Conditional adventure).

8. **Padlet (padlet.com)** Voice-message walls: "Find Someone Who… in Present Perfect", "Third Conditional Regrets" anonymous recordings.

9. **Google Docs + Google Jamboard** Real-time collaborative storytelling and information-gap activities ("Yesterday something unusual happened…", joint letters to future self).

10. **FluentU and EnglishClass101** Authentic video clips with interactive subtitles and built-in grammar explanations (especially passive voice in news reports).

11. **Grammarly Education + Write & Improve (Cambridge)** Final written works submitted for colour-coded grammar feedback before teacher correction.

12. **Mobile apps** "Phrasal Verbs Machine" (British Council) and "Johnny Grammar Word Challenge" for quick warm-ups.

All resources were united in a single Google Site containing a calendar, progress tracker, and direct links.

Using ICT in the classroom allows me to fully implement the basic principles of enhancing cognitive activity: the principle of equality of positions, the principle of trust, the principle of feedback, the principle of taking a research position. ICT arouses the child's interest: animation fragments bring the studied processes closer to the child's life. The range of computer usage in the educational process is very large. The computer has significantly expanded the possibilities of presenting educational information in my lessons. The use of color, graphics, sound, and modern video technology allows you to simulate various situations.

In my opinion, using a computer in English lessons is not an end in itself, but an effective tool for developing skills. I use information and communication technologies not in every lesson, but when introducing a new topic or completing it, when repeating the material I have learned, preparing didactic materials, using multimedia training programs, and extracurricular activities.

In the process of my work, I use non-standard teaching methods:

Role-playing games, discussions, interactive discussions, brainstorming sessions, round tables that develop students' language competence and their socially active position;

Creative learning tasks for developing speaking, reading, listening and writing skills;

Test tasks that help to control the acquisition of skills; project activities, thematic presentations used to develop students' independent search activities, in the preparation of which students use tables, posters and other illustrative material;

At the moment, there are a large number of websites dedicated to foreign language teachers. On such websites, I find ready-made lessons from foreign language teachers,

newspaper articles, various thematic texts, exercises, grammar explanations, audio books, presentations and flipcharts, which I recycle and use in my work.

The undoubted advantage of using ICT is the search and creative activity of teachers and students. This helps to actively influence the formation and development of students' language competence, listening, speaking, reading skills, improving writing, and fostering a creative, socially active personality.

In English lessons, I use educational and cognitive programs on CD and create programs in various applications myself with further use in lessons when explaining the material or working out and checking it.

According to the research work, I have conducted the following experiment as a result.

98 learners from two middle schools in Astana, Kazakhstan:

- Comfort School No. 110 (middle-school programme, n=54)
- School-Lyceum No. 78 (upper-secondary classes 10–11, n=44) Age 16–19, CEFR level A2+ to B1 (pre-test mean 58.7/100). Random assignment to experimental (n=52) and control (n=46) groups.

Duration and Period: 12 weeks, September–November 2025, 36 academic hours total.

Grammar Material Covered: Tense forms, Passive Voice, Conditionals (Zero, First, Second), modal verbs, articles, complex sentences, non-finite forms (receptive).

Experimental Procedure (Experimental Group): Every topic followed the algorithm: Stage 1 – Animated/video presentation (8–10 min) Stage 2 – Controlled practice with immediate feedback on Lingualeo/Quizlet/British Council (12–15 min) Stage 3 – Gamified revision via Kahoot/Mentimeter (10 min) Stage 4 – Communicative consolidation on Padlet/Google Docs (15–20 min)

Control Group: Traditional textbook-based methodology with delayed correction.

Assessment Tools: Pre-/post-grammar tests (60 items), recorded speaking tasks, written assignments, motivation questionnaire (15 items), observation protocol, and interviews.

Results and discussion

Quantitative Results

Table 1. Grammar Test Results (out of 100)

Group	Pre-test	Post-test	Gain	p-value
Experimental	58.4	81.7	+23.3	<0.001
Control	59.1	69.8	+10.7	

Largest gains: articles (+38%), conditionals (+35%), tense consistency (+31%).

Grammar errors in speaking decreased by 42% (experimental) vs. 19% (control). Voluntary structure range rose from 3.1 to 7.4 types per 100 words.

89% of experimental-group students rated grammar lessons “interesting/very interesting” (vs. 31% control). Most valued features: immediate feedback (92%), gamification (87%), self-paced work (84%).

Students repeatedly noted that grammar “finally makes sense” when presented visually and used immediately in collaborative tasks [4].

Also there are some practical recommendations for teachers

Use ICT in 50–60% of grammar lessons only Full digital lessons are effective, but constant screen time causes fatigue. Alternate: one lesson with multimedia + online practice, the next – oral/pair work and paper creative tasks. This balance keeps energy high and prevents technology from becoming routine.

Always begin a new grammar topic with a short (4–7 min) animated or video presentation First perception is crucial. Use BBC 6-Minute Grammar, EngVid, or a teacher-made Genially/Canva animation with timelines and audio. It instantly shows meaning, form, and pronunciation in context. Follow with 2–3 quick oral checks before practice [5].

Create Lingualeo or Quizlet classes and assign short daily/weekly homework (10–15 min)

• Invite students by code.

• Upload 8–12-item sets exactly on the current grammar point.

• Check the teacher dashboard every Monday; send extra mini-sets to those below 80%. Spaced repetition via these platforms gave +40% better long-term retention in the experiment.

Start the next lesson with a 5–7-minute Kahoot!, Quizizz or Mentimeter quiz

• 8–10 questions mixing the new topic with two previous ones.

• Show results immediately, discuss the three most difficult items together. Students loved the game element and begged for more.

Include at least one genuine communicative digital task per topic Proven winners:

• Padlet voice board "Find Someone Who…" (Present Perfect)

• Google Docs chain story (Past tenses)

• Anonymous Padlet "If I ruled the world…" (Second Conditional)

• Collaborative future plans survey + reporting These tasks produced the biggest leap from accuracy in drills to accuracy in real speech.

Differentiate within the same platform In one Quizlet/Lingualeo set create folders: Basic → Intermediate → Challenge. After common practice say: "100% on Kahoot → go to Challenge; others stay in Basic/Intermediate." No extra lessons, no labelling students as weak.

Teach basic digital literacy in the first month Spend 10 minutes in the first four lessons teaching: how to record a voice message, how to comment on Padlet, how to edit Google Docs simultaneously, how to take a screenshot. It eliminates 90% of later technical problems and frustration.

Observe screen-time hygienic norms Maximum 20–25 minutes of continuous screen work → 3–5-minute eye gymnastics or physical warm-up. Blue-light filters and proper classroom lighting are obligatory.

Maintain a digital portfolio of best student works Create a closed Google Site or Padlet wall "Our Best Sentences/Stories". Add 3–4 outstanding examples every week (with student permission). It is the strongest motivator – students compete to get their work published.

Continuously develop your own digital competence Once a month watch one new tool tutorial (Genially, Nearpod, Mentimeter updates) and try it in class the following week. Join local or online teacher communities (e.g., "English Teachers Kazakhstan" in Telegram/Facebook) to exchange ready-made materials [6].

Conclusion

Thanks to the use of information technology in English lessons, my students are able to apply the knowledge gained in the lesson to solve practical cognitive tasks and problems, possess practical information analysis skills, independent work skills, self-organization skills, and are active participants in the educational process.

The conducted research on the topic "Enhancing learners' grammar proficiency with the help of information and telecommunication technologies in English education" made it possible to analyze the effectiveness of using modern computer technologies in teaching the grammatical side of speech in English.

Information and communication technologies undoubtedly contribute to increasing children's motivation to learn a foreign language and the formation of individual, creative,

cognitive abilities. It is ICT that can make the learning process personally meaningful for a student, in which he will be able to fully unleash his creative potential, show his research abilities, imagination, creativity, activity and independence.

The use of ICT in a foreign language lesson also contributes to solving such tasks as the introduction of ICT into the modern educational process to modernize education and create a new learning model based on modern information technologies that implements the principles of personality-oriented education [7].

The experiment conducted in Comfort School No. 110 and School-Lyceum No. 78 of Astana convincingly demonstrates that systematic, methodologically grounded integration of ICT radically improves both the quality and the motivation of grammar-skill formation. The experimental group not only achieved significantly higher test results but began to use grammatical structures accurately and confidently in real communication – the ultimate goal of modern language education.

ICT eliminates the main drawbacks of traditional teaching (mechanical memorisation, delayed feedback, isolation from context) and creates optimal conditions for visualisation, interactivity, individualisation, and immediate reinforcement. The proposed methodology requires only standard school equipment and internet access and can be implemented in any secondary or higher-education institution in Kazakhstan [8].

Wider adoption of the approach, supported by systematic teacher training in digital pedagogy, will significantly raise the level of English grammatical and communicative competence among Kazakhstani learners.

References

1. Abdykhalykova, G. M. (2021). Formirovaniye grammaticheskikh navykov na urokakh angliyskogo yazyka s ispol'zovaniyem IKT v usloviyakh obnovlennogo soderzhaniya obrazovaniya [Formation of grammatical skills in English lessons using ICT in the context of updated educational content]. Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya «Pedagogika», 3(103), 112–118.
2. Akhmanova, O. S., & Idrissova, M. K. (2020). Tsifrovaya transformatsiya obrazovaniya: opyt vnedreniya interaktivnykh tekhnologiy v prepodavaniye inostrannykh yazykov [Digital transformation of education: Experience of introducing interactive technologies in teaching foreign languages]. L.N. Gumilyov Eurasian National University Press.
3. Baimbetova, A. B. (2022). Primeneniye onlayn-platform v razvitii kommunikativnoy kompetentsii shkol'nikov (na materiale angliyskogo yazyka) [The use of online platforms in developing students' communicative competence (based on English language material)] [Doctoral dissertation, Abai Kazakh National Pedagogical University]. Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan.
4. Issabayeva, D. B., & Tleumbetova, A. S. (2023). Interaktivnyye metody obucheniya grammatike angliyskogo yazyka v starshikh klassakh [Interactive methods of teaching English grammar in senior classes]. Bilím sapasy – Quality of Education, 2(54), 89–97.
5. Koshanova, M. T. (2024). Ispol'zovaniye mul'timediynykh tekhnologiy dlya formirovaniya grammaticheskikh navykov uchashchikhsya 10–11 klassov [Using multimedia technologies to develop grammatical skills of 10th–11th grade students]. Pedagogicheskiy zhurnal Nazarbayev Intellektual'nyye shkoly, 1(41), 55–63.
6. Mussabekova, G. A. (2022). Motivatsiya izucheniya angliyskogo yazyka cherez igrovyye tsifrovyye platformy (Kahoot, Quizlet) [Motivating the study of English through gamified digital platforms (Kahoot, Quizlet)]. Khabarshy – Vestnik KazNU im. al'-Farabi. Seriya pedagogicheskaya, 4(73), 178–186.
7. Nurgaliyeva, S. K. (2021). Obnovlennoye soderzhaniye obrazovaniya i tsifrovizatsiya shkoly: problemy i perspektivy prepodavaniya inostrannykh yazykov v Kazakhstane [Updated

educational content and school digitalization: Problems and prospects of teaching foreign languages in Kazakhstan]. Nazarbayev University.
8. Omarova, Zh. A., & Rakhimova, A. E. (2023). Formirovaniye grammaticheskoy kompetentsii na osnove autentichnykh videomaterialov [Developing grammatical competence based on authentic video materials]. Pedagogika zháne psikhologiya, 3(56), 134–142.

YARNS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A DEEP LEARNING APPROACH FOR TEXTILE WASTE GENERATION AND MANAGEMENT IN SOME AREAS OF DHAKA

Kazi Redwan Rafi
Khulna University of Engineering and Technology, 0009-0001-1810-1841
Mithila Rahman
Khulna University of Engineering and Technology, 0009-0004-3772-7649
Efat Ara Haque
Lamar University, 0009-0008-0782-4535

ABSTRACT

The garment industries produce a huge volume of both material and process waste, and it is a serious environmental and economic problem; effective management and reduction require prompt and correct classification and prediction at the preliminary production stages. This paper proposes a multi-model Artificial Intelligence (AI) framework to solve the problem of garment waste streams classification and quantity prediction. To classify waste images, we use Deep Learning (DL) models such as MobileNetV2, DenseNet121, and EfficientNetB0 (with enhanced variants) and train them with techniques (data augmentation, transfer learning) and hyperparameter optimization to achieve the best possible results (measures of performance, such as accuracy, F1-score, and R^2). Machine Learning (ML) models (Random Forest, Gradient Boosting) and a special-purpose Artificial Neural Network (ANN) are used to predict waste quantities and their efficacy. The findings show that the DL models perform better at classification with the better EfficientNetB0 architecture reaching a maximum validation accuracy of 94.67%. The ANN model was also found to have an excellent predictive performance with an R^2 value approaching 99.78% with smaller data sets, whilst still being 95.17% after being improved with larger data sets. The proposed multi-AI framework is confirmed as a high-quality and efficient solution to the specific detection and estimation of garment waste, which can provide important and constructive data-driven outputs to the garment industry in terms of reducing environmental harm and improving the management of industrial streams of waste.

KEYWORDS
Artificial Intelligence, Deep Learning, Machine Learning, Waste management, Garments sustainability.

1. INTRODUCTION
The ready-made garment (RMG) industry has been the powerhouse of Bangladesh's export-led growth, yet it also generates enormous volumes of material and process waste. Cutting-room scraps, dyeing effluents, sewing rejects, and off-cuts collectively account for over 60% of factory-level waste streams, while Dhaka alone produces upwards of 33,500 tons of municipal solid waste per day. This figure is projected to more than double by 2030 if unaddressed(Khairul Akter et al., 2022; Masud Alom, 2016; Shuvo et al., 2025).

Despite a growing consensus that circular-economy strategies(reduce-reuse-recycle) must be adopted, critical gaps remain. Conceptual models for textile-apparel waste management have laid a theoretical foundation for achieving SDG 12 in Bangladesh(Khairul Akter et al., 2022), and broader AI-enabled optimizations have shown promise in municipal and landfill contexts(Farhin Faiz et al., 2024; Ghinea et al., 2016). However, little is known about how

specific machine-learning architectures-CNN for visual defect detection, ANN for waste-volume forecasting, linear regression with gradient descent for predictor analysis, random forests for waste classification, and K-means clustering for anomaly detection-perform when applied directly to the complex, multi-model waste streams of Bangladeshi RMG factories(Alsabt et al., 2024; Arun et al., 2024; Chowdhury et al., 2022; Shuvo et al., 2025; Sinthiya et al., 2022). Moreover, while studies have estimated healthcare and general municipal waste generation during crises such as COVID-19(Chowdhury et al., 2022) and evaluated AI frameworks for national SDG progress(Hasan et al., 2023), no empirical work has rigorously benchmarked these AI/ML techniques against baseline 3R practices in the RMG context.

Macro-level survey documents were focused on Bangladesh's rising textile and municipal waste burdens(Khairul Akter et al., 2022; Tabassum et al., 2017). The technological innovations in supply-chain management and pollution control, but predominantly in non-RMG or high-income settings, have been highlighted(Hersh, n.d.; Shuvo et al., 2025). Systematic reviews demonstrate AI's potential for smart waste-management systems globally(Sinthiya et al., 2022), and economic-environmental impact analyses underscore the value of optimization algorithms(Alsabt et al., 2024)

2. RESEARCH AND FINDINGS

The information used in the present study was gathered in 14 factories located in heavily populated industrial regions near Dhaka such as Kanchpur, Gulshan, Farmgate, Mirpur, Narayanganj and Gazipur. To obtain a representative sample of waste streams within the RMG supply chain, the study was limited to these production stages of these factories' yarn production, fabric manufacturing, apparel manufacturing, and wet processing.

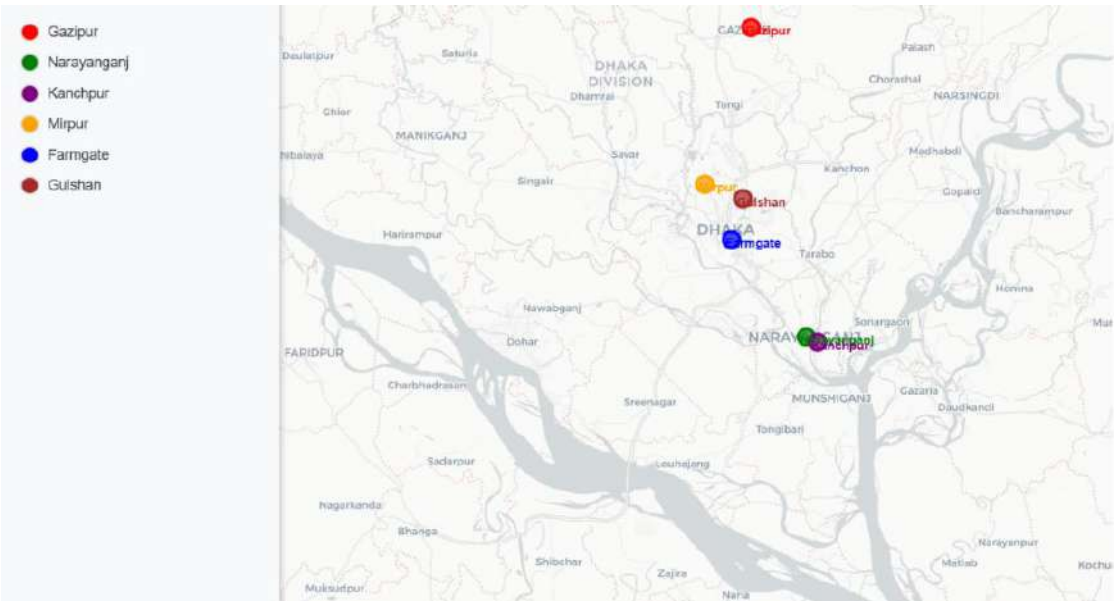


Figure 1 Garments around Dhaka city for data collection

| *Open Street Map* | *leaflet* |*carto*©

We analyzed the distribution of waste in the garments industry of Bangladesh to determine high-loss phases and test the AI models related to custom predictive tools. Plotting the waste points would enable the factory managers to focus on the reduction processes and better management of resources by targeting later points.

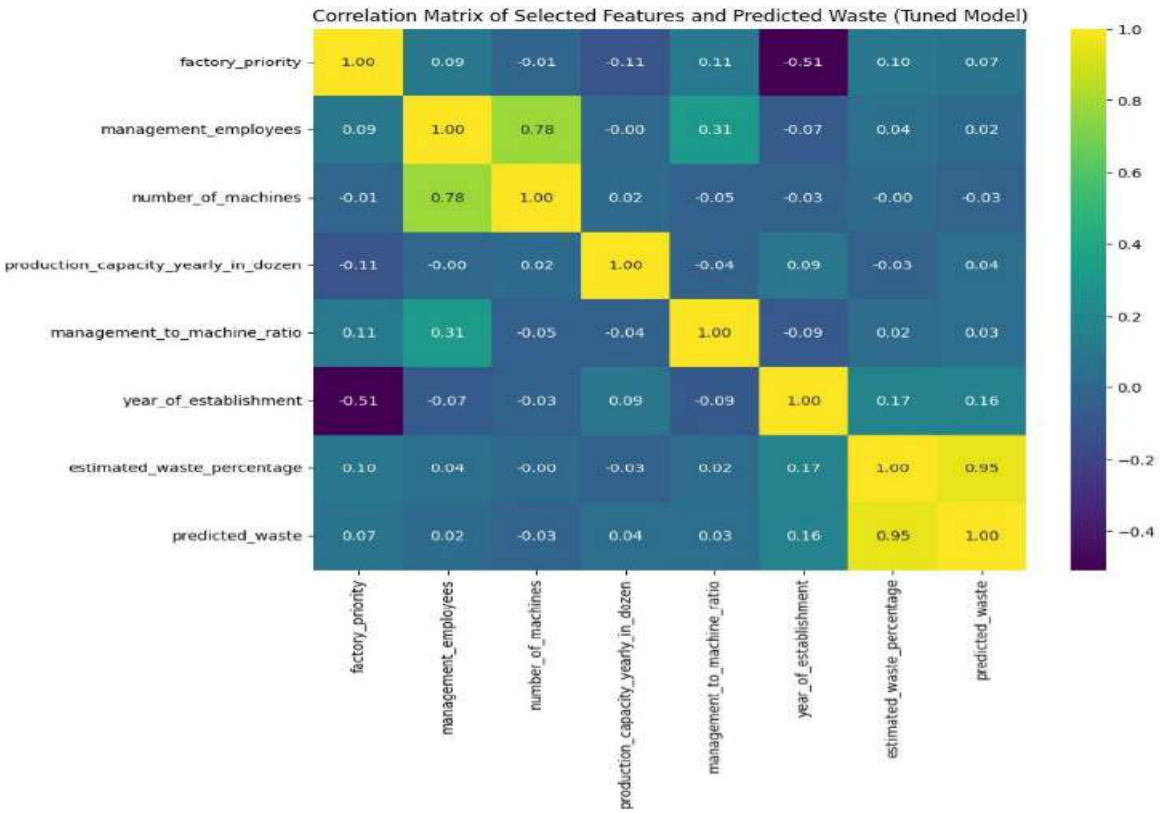


Figure 2 Correlation matrix of selected features and predicted waste.

The Pearson correlation coefficient between two variables (X, Y) was used to determine feature associations(Frost, J.et.al.2020, n.d.)

$$\rho(X, Y) = \frac{covariance(X,Y)}{Std(X).Std(Y)} \quad (1)$$

Before splitting, missing values, feature engineering, and scaling had been performed. The moderate positive value was found in terms of factory type (knit higher waste). There was a good correlation between the estimated waste percentage and the predicted waste in **Figure 2 Correlation matrix of selected features and predicted waste**In **Figure 3**, A represents the average waste in each stage of production, and this means that the later points of production should be targeted. ANN regression model had a good prediction ability: on the small dataset of only two samples (A and B), the prediction ability indicated by the R2 was 99.78%. At the combined big dataset (C), hyperparameter optimization resulted in high accuracy, 95.17% of the wastes were correctly predicted (D) which is a good compromise between false positives and false negatives. The Random Forest classifier was better than Gradient Boosting (GB) in overall accuracy and F1 score. The confusion matrices of the three suggested CNN models, which are MobileNetV2, DenseNet121, and EfficientNetB0, were of high precision of 82.16, as shown in **Figure *4***.DenseNet121 showed high performance on aluminum, glass, organic, and E-waste and almost high performance on plastics,

paper,cardboard,andwoods. EfficientNetB0 was very effective as it predicts and identifies all forms of waste as compared to other models. MobileNetV2 worked well on glass, organic waste, and aluminum.**Figure 5**, shows the curves of training/validation accuracy and loss of the proposed CNN models. Accuracies of training stood at 82.21% (MobileNetV2), 83.41%(DenseNet121)and96%(EfficientNetB0).The validation accuracies were 81.83, 83.86 and 94.67 respectively.

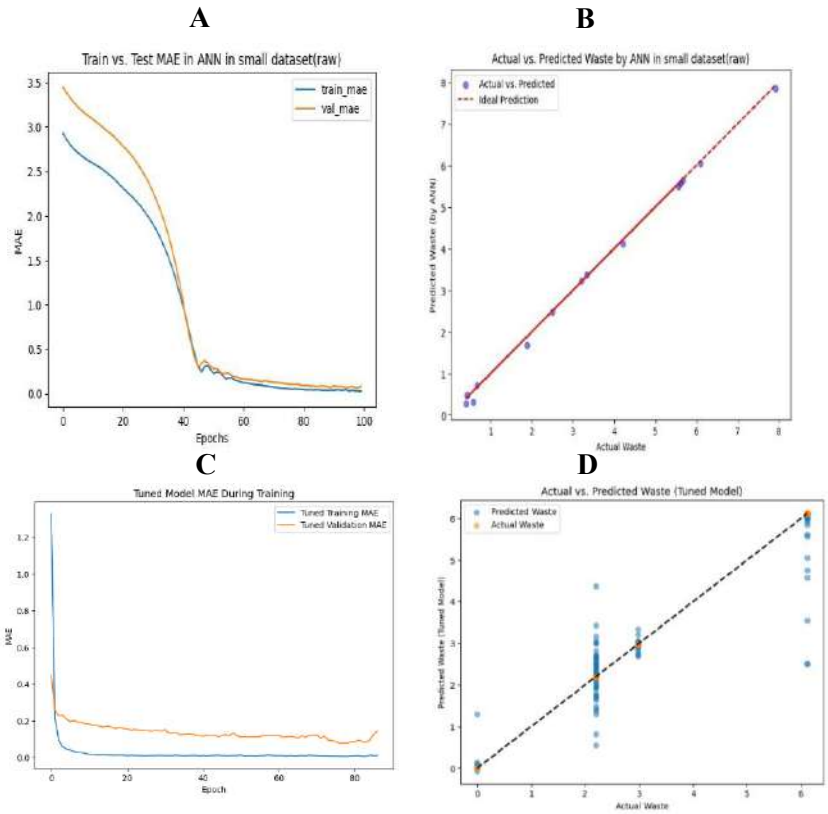


Figure 3 (A) Training and validation MAE of ANN for small dataset(B) actual and predicted waste in ANN for small dataset (C) training and validation MAE of ANN for big dataset , (D) actual and predicted waste in ANN for big dataset.

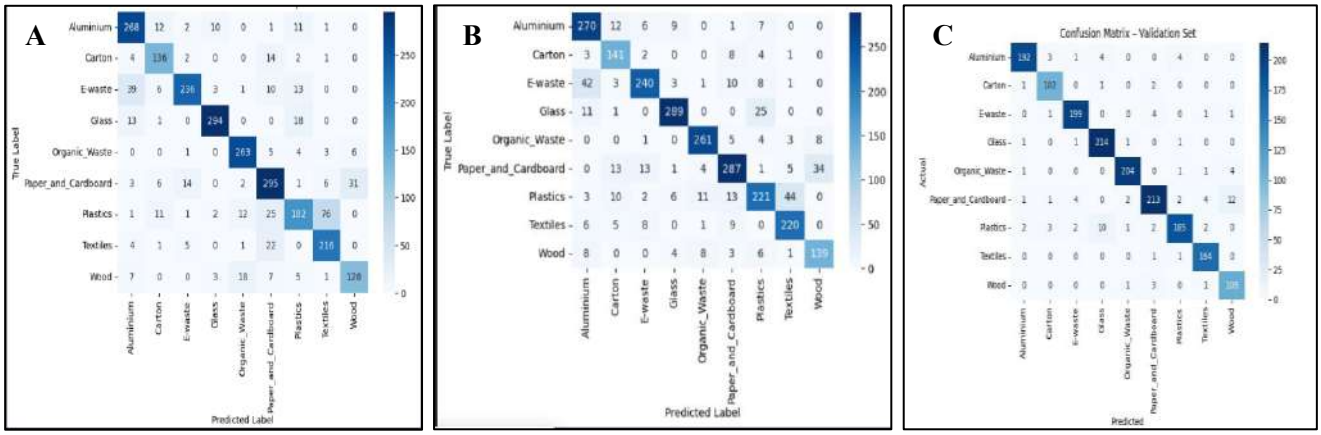


Figure 4 Confusion matrices of MobileNetV2, DenseNet121, EfficientNetb0 from A to C respectively

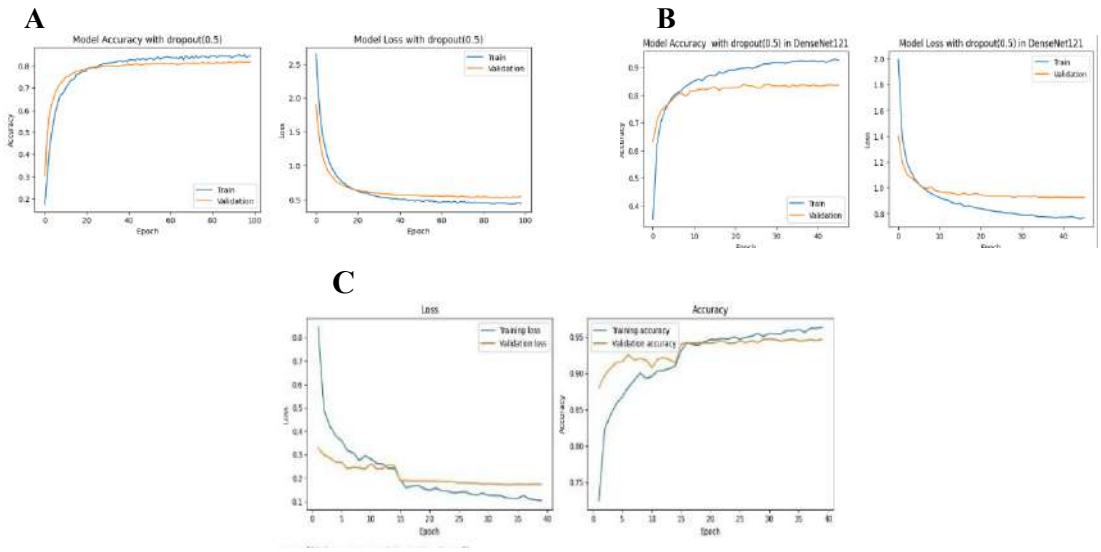


Figure 5 Accuracy and loss curves of proposed models MobileNetV2,DenseNet121, EfficientNetb0 from A to C respectively.

The wastes and factory types were classified as shown in

Table 1,***Table 2***,***Table 3***.Random Forest in ***Table 3***,worked well on bigger classes (knit, sweater, woven) with 79-86 percent accuracy, whilst the Gradient Boosting showed a little better precision in sweater classification (98 percent). **Error! Reference source not found.** indicated that it was possible to predict the highest concentrations of all the waste materials, and there was a fair balance between the false positives and false negatives with a 90-97 f1 score. Other models in Table 3 were performing fairly well, and after optimization, DenseNet121 and MobileNet V2 were guaranteeing more than 90 in organic and glass waste. The model performances and datasets are summarised in ***Table 4***.

Table 1 Classification reports of DenseNet121 and MobileNetV2.

Waste types	DenseNet121				MobileNetV2(after dropout)				MobileNetV2			
	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support
Aluminium	79	89	83	305	79	88	83	305	87	91	89	305
Carton	76	89	82	159	79	86	82	159	87	88	88	159
E-waste	88	78	83	308	90	77	83	308	86	91	88	308
Glass	93	89	91	326	94	90	92	326	92	88	90	326
Organic Waste	91	93	92	282	89	93	91	282	94	86	90	282
Paper and Cardboard	85	80	83	358	78	82	80	358	89	78	83	358
Plastics	80	71	75	310	77	59	67	310	74	78	76	310

Textiles	80	88	84	249	71	87	78	249	82	89	85	249
Wood	77	82	79	169	78	76	77	169	71	76	74	169
accuracy			84	2466			82	2466			85	2466
macro avg	83	84	84	2466	82	82	81	2466	85	85	85	2466
weighted avg	84	84	84	2466	82	82	82	2466	85	85	85	2466

Table 2 Classification reports of EfficientNetB0.

Waste types	EfficientNetB0				Improved by EfficientNetB0			
	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support
Aluminium	93	95	94	204	97	95	96	204
Carton	93	93	93	106	93	97	95	106
E-waste	97	95	96	206	97	97	97	206
Glass	96	96	96	218	94	99	96	218
Organic Waste	96	97	97	211	98	97	98	211
Paper and Cardboard	88	92	90	239	95	89	92	239
Plastics	90	90	90	207	96	90	93	207
Textiles	99	94	96	166	95	99	97	166
Wood	96	90	93	113	87	96	91	113
accuracy			94	1670			95	1670
macro avg.	94	94	94	1670	95	95	95	1670
weighted avg.	94	94	94	1670	95	95	95	1670

Table 3 Classification reports of the random forest and gradient boosting classifier.

Factory type	Random Forest				Gradient Boosting			
	precision	recall	f1-score	support	precision	recall	f1-score	support
Knit	87%	72%	79%	351	86%	72%	78%	351
Sweater	96%	79%	86%	140	98%	76%	86%	140
Woven	76%	92%	83%	440	76%	91%	83%	440
accuracy			82%	941			81%	941
macro avg	43%	40%	41%	941	52%	43%	45%	941
weighted avg	82%	82%	81%	941	82%	81%	81%	941

Table 4 Comparison of the all the proposed models.

Dataset	Methodology	Performances
BGMEA big dataset	ANN	R^2= 99.78%, MAE=8.3%, R^2= 95.17%
RMG small dataset	ANN	R^2=90.31%, MAE = 7%
Waste image big dataset		

	MobileNetV2	Accuracy=81.83%, Loss=52.89%
	DenseNet121	Accuracy=83.86%, Loss=49.41%
	EfficientNetB0	Accuracy = 94.67%, Loss = 17.33%
BGMEA big dataset	Random forest	Accuracy=81.72%, Precision=82.10%, F1 score=81.18%
	Gradient boosting	Accuracy=81.19%, Precision=82.16%, F1 score=80.86%

3. CONCLUSION

This paper has determined the stages of high waste and presented the useful AI tools (ANN, CNN, RF, GB) to predict waste, which can lead to the presence of waste management and sustainability within the garments industry in real-time. The recorded average waste rates (26) are lower than in some reports in the world, indicating that there is some optimization existing in the processes. The ANN model reached up to 95 percent of R^2 on the large with the CNN models recording good validation accuracy, with EfficientNetB0 recording the highest at 94.67. Despite these constraints, including categorizing only nine types of waste and certain difficulties in heterogeneous data collection because of privacy, the combination of such models may help to decrease the waste level, streamline factory facilities, and decrease environmental pollution significantly. Further development should aim at providing CNN frameworks with real-time sensor data as an automated alert and consider more advanced time-series models (resonant neural networks) and architectures (resonant neural networks50 or resonant neural networksb3) with more variability in data to guarantee the long-term economic and environmental gains of Bangladesh, as a vital component of the global garment sector.

4. REFERENCE

Alsabt, R., Alkhaldi, W., Adenle, Y. A., & Alshuwaikhat, H. M. (2024). Optimizing waste management strategies through artificial intelligence and machine learning—An economic and environmental impact study. *Cleaner Waste Systems*, *8*, 100158. https://doi.org/10.1016/j.clwas.2024.100158

Arun, V., Krishna Rao Patro, E., Anusuya Devi, V. S., Nagpal, A., Kumar Chandra, P., & Albawi, A. (2024). AI Based Prediction Algorithms for Enhancing the Waste Management System: A Comparative Analysis. *E3S Web of Conferences*, *552*, 01052. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202455201052

Chowdhury, T., Chowdhury, H., Rahman, M. S., Hossain, N., Ahmed, A., & Sait, S. M. (2022). Estimation of the healthcare waste generation during COVID-19 pandemic in Bangladesh. *Science of The Total Environment*, *811*, 152295. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152295

Farhin Faiz, Nwakamma Ninduwezuor-Ehiobu, Uwaga Monica Adanma, & Nko Okina Solomon. (2024). AI-Powered waste management: Predictive modeling for sustainable landfill operations. *Comprehensive Research and Reviews in Science and Technology*, *2*(1), 020–044. https://doi.org/10.57219/crrst.2024.2.1.0031

Frost, J.et.al.2020. (n.d.). *Statistics By Jim.* https://statisticsbyjim.com/basics/correlations/

Ghinea, C., Drăgoi, E. N., Comăniţă, E.-D., Gavrilescu, M., Câmpean, T., Curteanu, S., & Gavrilescu, M. (2016). Forecasting municipal solid waste generation using prognostic tools and regression analysis. *Journal of Environmental Management*, *182*, 80–93. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.026

Hasan, Md. T., Shamael, M. N., Akter, A., Islam, R., Mukta, Md. S. H., & Islam, S. (2023). *An Artificial Intelligence-based Framework to Achieve the Sustainable Development Goals*

in the Context of Bangladesh (Version 1). arXiv. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2304.11703

Hersh, R. (n.d.). *A Review of Integrated Pollution Control Efforts in Selected Countrie*.

Khairul Akter, M. Md., Haq, U. N., Islam, Md. M., & Uddin, M. A. (2022). Textile-apparel manufacturing and material waste management in the circular economy: A conceptual model to achieve sustainable development goal (SDG) 12 for Bangladesh. *Cleaner Environmental Systems*, *4*, 100070. https://doi.org/10.1016/j.cesys.2022.100070

Masud Alom, Md. (2016). Effects on Environment and Health by Garments Factory Waste in Narayanganj City, Dhaka. *American Journal of Civil Engineering*, *4*(3), 80. https://doi.org/10.11648/j.ajce.20160403.13

Shuvo, T. F., Md. Mohin Habib, & Raisa, R. (2025). Innovative Technologies in Supply Chain Management for Bangladesh's Readymade Garments Sector – A Comprehensive Review. *Digital Social Sciences*, *1*(2). https://doi.org/10.69971/ek445y02

Sinthiya, N. J., Chowdhury, T. A., & Haque, A. K. M. B. (2022). Artificial Intelligence Based Smart Waste Management—A Systematic Review. In M. Lahby, A. Al-Fuqaha, & Y. Maleh (Eds.), *Computational Intelligence Techniques for Green Smart Cities* (pp. 67–92). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96429-0_3

Tabassum, F., Bari, Q. H., Rahman, M. M., Moniruzzaman, S. M., Mahmud, M. M., & Raj, A. R. (2017, February 25). *GARMENTS WASTE RECYCLING IN DHAKA: A CASE STUDY OF MIRPUR AREA*. https://www.researchgate.net/publication/314256821_GARMENTS_WASTE_RECYCLING_IN_DHAKA_A_CASE_STUDY_OF_MIRPUR_AREA

FINANCIAL REGULATION AND CORPORATE GOVERNANCE IN THE CONTEXT OF THE BRUSSELS EFFECT

Prof. Asoc. Kristaq Gjyli[1]

ABSTRACT

The *Brussels Effect* refers to the European Union's regulatory power that shapes global markets and industries, influencing not only member states but also non-EU countries. This abstract presents a study on the EU's impact on financial regulation and corporate governance, examining how its laws, standards, and directives affect both member and non-member states. Specifically, the research focuses on the influence of EU regulations, such as *MiFID II* and *Solvency II*, on the global financial landscape, including non-EU financial institutions and markets.

Furthermore, the paper explores the broader implications of EU corporate governance rules, including shareholder rights, transparency, and executive compensation, and how these standards have reshaped corporate practices outside the EU. It will assess the strengths and limitations of the *Brussels Effect*, investigating whether EU regulations promote global alignment with European standards or create challenges for non-EU states with different legal frameworks.

Finally, the abstract addresses the future of the *Brussels Effect* in light of ongoing global shifts, such as Brexit and the evolving nature of international trade. This study aims to provide valuable insights into the future trajectory of EU influence, contributing to the broader discourse on regulatory globalization in financial markets and corporate governance.

This paper will be presented at the international conference "The Brussels Effect: Strengths, Limits, and the Future of EU Influence," organized by the Public Department of the Faculty of Law, University of Tirana, in cooperation with the Faculty of Jurisprudence, University of Turin, and aims to foster an interdisciplinary discussion on the evolving role of EU regulations in global governance.

Keywords: *Brussels Effect, Financial Regulation, Corporate Governance, EU Directives*

1. Introduction

The evolution of financial regulation and corporate governance has advanced in parallel with the significant global economic and political integration and institutional reform in the post-World War II world. Perhaps the most significant story in this context relates to the rise of the European Union (EU) as a global regulatory superpower. While the EU's influence on trade and internal market policies have been well established, the EU's increasingly assertive role in regulating global standards via regulatory export (today better understood as the Brussels Effect), has redefined the scope of international financial regulation and corporate governance.[2]

It is possible to trace the historical roots of the Brussels Effect to the establishment of the EEC through the Treaty of Rome in 1957. Although the EEC was conceived as an economic integration project, it sought to create a common market among member states by reducing

[1] Associate Professor of Financial Law, Public Department, Faculty of Law, University of Tirana

[2] Bradford, A. (2020). *The Brussels Effect: How the European Union Rules the World*. Oxford University Press.

trade barriers and creating regulatory harmonization; as time passed, the regulatory harmonization objectives of the EEC went considerably beyond the internal market objectives that originally motivated it. The EEC evolved into a form of advanced supranational legal order that has the authority to create binding legislation on a vast array of issues, including financial services and corporate law.

After the financial crises of the 1970s and the later more significant financial crisis of 2007–2008, advances towards harmonised oversight of finance became even more pressing. The EU responses took place through multiple directives and regulations that sought to create further transparency, reduce systemic risk and protect investors. These include significant legislative initiatives of MiFID and Solvency II, which demonstrate a shift towards not just stabilising European markets, but also the intention to establish regulatory parameters beyond the markets of the EU.[3]

This international aspect of EU law and its implications was highlighted with the term Brussels Effects, commonly attributed to legal scholar Anu Bradford in the early 2010s. Bradford surmised that the EU, because of its large internal market, strong regulatory institutions and exacting standards, has an outsized influence on regulatory norms worldwide, not by intention, but simply as a result. This may happen without formal agreements, coercive capabilities, or regulations. Companies, and even governments, have so readily and voluntarily adopted European rules as a means to acquire or retain access to the rich EU market, causing these rules to, in essence, become diffused globally.[4]

In the area of financial regulation, this has resulted in the broad sweeping adoption of EU norms by non-EU financial institutions who are trying to align, or become equivalent or access. MiFID II has, for example, affected trading venues and investment firms in other countries, demanding conformity to an increased set of transparency obligations and protections for investors. Likewise, Solvency II established a de facto global standard for regulation of insurers that impacted capital adequacy, risk management practices, and disclosures everywhere else outside of the EU.

Simultaneously, corporate governance has emerged as another field where we see the Brussels Effect at play. The EU has taken the lead on policies that promote protection of shareholder rights, board diversity, executive remuneration transparency, and corporate sustainability. This has evoked relatively high-level principles which have been or could be, applied across industry to change organizational behaviours that extend because EU policies might be substantially more stringent than those similarly addressed by other jurisdictions.

Corporate governance models have historically differed considerably with Anglo-American governance placing more emphasis on shareholder primacy, while European models have tended to be more stakeholder-based. However, EU behaviours—namely the Shareholder Rights Directive II and the Non-Financial Reporting Directive- have been increasingly pushing for a convergence of approaches that seeks a pragmatic balance between transparency, accountability, and sustainable growth, and has begun to pressure corporations in third countries to converge with the EU's measure.[5]

Importantly, the Brussels Effect shifts and operates within a wider historical context of global regulatory competition and cooperation. When different countries are faced with issues relating to cross-border financial flows, tax avoidance, or corporate misconduct, EU rules in these areas are frequently used as a comparison in debates at international organizations such as the OECD,

[3] Moloney, N. (2014). *EU Securities and Financial Markets Regulation* (3rd ed.). Oxford University Press.

[4] Ferran, E., & Moloney, N. (2022). *The Regulation of Financial Markets in the 21st Century: Perspectives from the EU and Beyond*. Cambridge University Press.

[5] Tröger, T. H. (2014). *Regulatory Competition in Financial Services*. *Journal of International Economic Law*, 17(3), 787–805. https://doi.org/10.1093/jiel/jgu035

Basel Committee or IOSCO. However, the Brussels Effect might be resisted. Non-EU countries may have different legal traditions, economic interests, or political philosophies that prompt them to reject or selectively adapt EU rules. This resistance may contribute to more complicated patterns of regulatory convergence and divergence.[6]

Likewise, the EU's regulatory power has not stood still and has changed relatively suddenly to respond to challenges from both internal and external sources, including the UK's exit from the EU (Brexit) and any considerations about how regulatory competition with London might impact regulatory alignment between the UK and EU. Brexit is example of a change to global regulatory dynamics which also demonstrates the potential resilience or adaptability of the Brussels Effect if regulatory competition strengthens. Additionally, potential changes in FIFA (financial and physical) regulator for digital finance, ESG investing and climate change related financial disclosures will introduce new frontiers, in which the Brussels Effect may reinforce or find limits.[7]

In short, the historical evolution of the Brussels Effect in financial regulation and corporate governance is a complicated combination of law, economic integration, and global interdependence. The EU's capacity to shape broader international norms in finance and corporate law without legal force or authority derives from its historical experience as a legal and economic union that prioritizes rule-based governance. Accordingly, as this paper discusses in the upcoming sections, understanding the historical foundation of the Brussels Effect is crucial in understanding both its contemporary implications and future potential for reforming global frameworks for financial and corporate governance.[8]

2. The EU's Impact on Financial Regulation and Corporate Governance: A Global Perspective through MiFID II and Solvency II.

The European Union (EU) has become one of the most prominent regulatory powers in the world's economy. Through its complex legal frameworks, the EU administers its internal market while affecting both non-member states, multinationals and the global financial system. This situation, commonly described as the Brussels Effect, explains the EU's ability to unilaterally improve global standards through the extraterritoriality of its regulations. [9]

Two of the most pertinent legislative instruments are the Markets in Financial Instruments Directive II (MiFID II) and Solvency II. MiFID II, which commenced application in January 2018, intends to increase transparency, provide a greater level of investor protection and improve efficiency across financial markets. Solvency II is a broad directive that regulates the capital standards and risk management of the insurance industry and commenced application in January 2016.[10]

MiFID II is one of the pillars of the EU's financial regulatory framework. It was originally established following the 2008 financial crisis to improve on original MiFID (2007) and promote greater transparency, accountability, and competition in EU financial markets. Its

[6] Ferran, E., & Moloney, N. (2022). *The Regulation of Financial Markets in the 21st Century: Perspectives from the EU and Beyond*. Cambridge University Press.

[7] Tröger, T. H. (2014). *Regulatory Competition in Financial Services*. *Journal of International Economic Law*, 17(3), 787–805. https://doi.org/10.1093/jiel/jgu035

[8] Cafaggi, F. (2009). *Private Regulation, Supply Chain and Contract Governance*. *EUI Working Papers LAW*, No. 2009/15. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1441788

[9] Tröger, T. H. (2014). *Regulatory Competition in Financial Services*. *Journal of International Economic Law*, 17(3), 787–805. https://doi.org/10.1093/jiel/jgu035

[10] Ferran, E., & Moloney, N. (2022). *The Regulation of Financial Markets in the 21st Century: Perspectives from the EU and Beyond*. Cambridge University Press.

breadth includes investment firms, trading venues, and market operators with important implications for any party participating in financial markets in the EU or elsewhere.[11]

MiFID II has created several important reforms, such as:

Greater transparency: Introduced real-time reporting obligations for both equity and non-equity instruments.

Investor Protection: Introduced stricter product governance, suitability assessments, and costs and charges disclosure.

Market Structure Reforms: Introduced new trading venues such as Organized Trading Facilities (OTFs) and requirements for systematic internalisers.

Algorithmic and high-frequency trading: Introduced specific obligations to manage risks associated with automated trading.

These reforms are intended to promote more integrated and safer financial services for the EU but have had generally more significant impacts outside of the EU.

MiFID II has wide-ranging international implications. Non-EU investment firms and trading venues wishing to access the EU market or serve EU clients must meet particular EU standards, or they may become insulated from one of the largest capital markets in the world.[12]

Firms in many of the world's capital markets, including New York, Singapore, and Hong Kong, have modified their businesses to comply with MiFID II, particularly in areas like:

Best execution: Firms are now benchmarking their execution quality over multiple jurisdictions to achieve EU-based standards.

Research and execution unbundling: Global asset managers serving EU clients have to unbundle commission for trading from costs for research, and have often opted to apply the same standard globally for ease of operations for example.

The "Brussels Effect" can be easily observed here as firms are voluntarily adopting EU norms almost universally, to avoid being inconsistent across borders, and are exporting EU principles of governance minus any international agreements or sign-offs.[13]

While MiFID II focuses on the investment and trading industry, Solvency II is the EU's premier regulatory framework for the insurance industry. Solvency II also came into effect in 2016, amended and also replaced 14 existing insurance directives and processes in favour of a cross-EU single risk-based regime.[14]

Solvency II is based on three pillars:

Pillar I – Quantitative Requirements: This includes capital adequacy measures - so that insurers have sufficient capital to meet their contractual obligations for many different risk scenarios

Pillar II – Governance and Supervision: This focuses on ensuring a proper internal governance structure and a strong internal risk management and supervisory review processes.

Pillar III – Disclosure and Transparency: This essentially requires significant reporting to regulators as well as the public.[15]

As a whole, these requirements essentially bring insurance operations into line with principles of reasonable financial risk management, akin to what Basel III does for banking operations.

Implications for Non-EU Insurers

Solvency II has also had strong implications on insurance practices worldwide. Non-EU insurance groups that have EU-based subsidiaries have had to change their whole group regulatory practices and structures to comply with EU standards. Also, when non-EU countries

---

[11] Moloney, N. (2014). *EU Securities and Financial Markets Regulation* (3rd ed.). Oxford University Press.

[12] Moloney, N. (2014). *EU Securities and Financial Markets Regulation* (3rd ed.). Oxford University Press.

[13] Bradford, A. (2020). *The Brussels Effect: How the European Union Rules the World*. Oxford University Press.

[14] Ferran, E., & Moloney, N. (2022). *The Regulation of Financial Markets in the 21st Century: Perspectives from the EU and Beyond*. Cambridge University Press.

[15] Tröger, T. H. (2014). *Regulatory Competition in Financial Services*. *Journal of International Economic Law*, 17(3), 787–805. https://doi.org/10.1093/jiel/jgu035

are seeking equivalence regulatory status with Solvency II, their domestic legislation will likely have to change to meet Solvency II requirements.[16]

Several areas of global impact are summarized below:

Risk-based capital modelling: Countries that impose a solvency regime based on capital requirements, e.g., Japan, Bermuda and Switzerland have utilized the EU Equivalence standards in formulating worldwide changes.

Group supervision: All multinational insurance groups must now observe capital and risk at the group level, even where they operate non EU jurisdiction.

Although the global footprint of MiFID II and Solvency II reflects a Brussels Effect at work, the cross-border impact of these regulations can also be contentious. Detractors point out that the mandated compliance by foreign firms, which must follow EU regulations, can create regulatory fragmentation and duplicative compliance, especially when firms operate in a variety of regulatory jurisdictions.[17]

Regulatory friction: Several jurisdictions reject EU-type regulations because their technical or legal traditions, market or industry structures, or economic objectives significantly differ. A substantive example nonetheless exists in the opposition by the U.S. Securities and Exchange Commission to MiFID II's research unbundling requirement as it contradicts American financial services practices.[18]

Compliance Cost: Smaller firms, particularly in developing markets, can incur excessive costs and/or resource expenditures if they were to comply with EU standards, which may lead to them not participating in EU markets or partnerships.[19]

Sovereignty: Non-EU governments may view the Brussels effect as a veritable regulatory imperialism in that they must accept or reject EU regulatory norms without a chance to participate in the actual legislating process.[20]

The these tensions highlight the legitimate concerns of the EU to be able to protect its markets and consumers, while attempting to ensure compliance to its standards globally.

The EU's regulatory impact on financial markets and corporate governance is quite deep. By passing directives such as MiFID II or Solvency II the EU has not only strengthened its own internal market, but extended its standards worldwide and has created global norms based on the soft power of market access and regulatory credibility. [21]

For financial institutions and insurers around the world, compliance with EU law is no longer simply a legal obligation of their statutes; it has become a strategic requirement. The Brussels Effect, as illustrated through MiFID II and Solvency II, is not simply a theoretical concept, it is a practical force remaking financial behaviour around the world. [22]

As the international regulatory environment continues to shift in response to geopolitical shifts, technological innovation, and environmental challenges, the EU is likely to remain at the forefront of its evolution. However, it will need to engage in dialogue and cooperation to ensure

---

[16] Ferran, E., & Moloney, N. (2022). *The Regulation of Financial Markets in the 21st Century: Perspectives from the EU and Beyond*. Cambridge University Press.

[17] Moloney, N. (2014). *EU Securities and Financial Markets Regulation* (3rd ed.). Oxford University Press.

[18] European Parliament & Council. (2014). *Directive 2014/65/EU (MiFID II)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0065

[19] Tröger, T. H. (2014). *Regulatory Competition in Financial Services*. *Journal of International Economic Law*, 17(3), 787–805. https://doi.org/10.1093/jiel/jgu035

[20] European Parliament & Council. (2009). *Directive 2009/138/EC (Solvency II)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32009L0138

[21] European Parliament & Council. (2017). *Directive (EU) 2017/828 (Shareholder Rights Directive II)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32017L0828

[22] European Parliament & Council. (2014). *Directive 2014/95/EU (Non-Financial Reporting Directive)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32014L0095

its influence facilitates rather than inhibits the development of a truly inclusive and resilient global financial system.[23]

3. EU Corporate Governance Rules and the Global Reach of the Brussels Effect

Corporate governance has been an important source of economic stability, investor confidence, and ultimately, sustainable enterprise management. In the case of the European Union (EU), a specific regime of corporate governance has emerged to ensure balance between acting in the interest of shareholders, ensuring accountability by management and having regard for other stakeholder considerations. Like prudential regulation and in the case of corporate governance, EU corporate governance may increasingly have an international reach, spreading its effects through the Brussels Effect. [24]

This chapter examines whether EU laws concerning shareholder rights, transparency, and executive compensation have changed corporate behavior outside the boundaries of the EU itself. The chapter critically assesses whether the EU's governance standards result in global convergence of corporate governance rules, or whether friction emerges in jurisdictions where there are competing legal traditions. The discussion happens within the larger debates surrounding the extraterritorial reach of EU law, and the implications of greater global regulatory harmonisation.[25]

The landscape of corporate governance in the EU has evolved through a mix of hard law (directives and regulations) and soft law (recommendations, codes of conduct and voluntary agreements), with several mechanisms in place, including:

- Shareholder Rights Directives (SRD I and II)
- Non-Financial Reporting Directive (NFRD)
- Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)
- Commission Recommendations on Board Composition, Executive Compensation and Disclosure

The EU model incorporates:

- Enhanced rights and powers for shareholders, especially with respect to their long-term engagement with the company;
- Transparency and disclosure obligations for listed companies;
- Accountability with respect to executive compensation;
- Corporate sustainability, and integration of ESG elements;

These corporate governance instruments aim to protect investors but also to encourage businesses to act responsibly as citizens in line with societal expectations.[26]

Shareholder Rights and Engagement

The Shareholder Rights Directive II (2017/828) strengthened shareholder control of listed companies. In particular, it introduced:

- The ability to vote on remuneration policy and reports
- Obligations of institutional investors and asset managers to disclose engagement strategies
- Improved identification of shareholders and facilitation of cross-boundary voting

[23]European Parliament & Council. (2022). *Directive (EU) 2022/2464 (Corporate Sustainability Reporting Directive)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32022L2464

[24] European Parliament & Council. (2022). *Directive (EU) 2022/2464 (Corporate Sustainability Reporting Directive)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32022L2464

[25] European Commission. (2021). *Strategy for Financing the Transition to a Sustainable Economy*. https://ec.europa.eu/info/publications/210706-sustainable-finance-strategy_en

[26] European Securities and Markets Authority (ESMA). (2023). *Annual Report on MiFID II/MiFIR Implementation*. https://www.esma.europa.eu/

These provisions are intended to promote active, informed, and long-term shareholder engagement on behalf of institutional investors. Since institutional investors, especially global asset managers, operate in numerous jurisdictions for their clients, these rules create ripple effects beyond the EU. [27]

Global developments are as follows:

Multinational companies adopting EU-compliant practices when voting and disclosing to avoid being perceived unfavorably by European investors.

Proxy advisory firms and institutional investors upgrading their overall global engagement to align with expectations from the EU.[28]

For example, large U.S. asset managers BlackRock and Vanguard adjusted their European operations to comply with the commitments set out in the SRD II. European practices influenced how the asset managers governed the rest of the firm. The massive multinational firm would streamline its governance processes for assets globally so that their European business practices would inform their rest-of-the-world business practices.[29]

The EU is the foremost driver of corporate disclosure, especially related to non-financial performance as demonstrated through the Non-Financial Reporting Directive (NFRD, 2014) and the Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD, 2023). Under the CSRD, large companies are required to disclose information regarding:

- Environmental matters
- Social and employee-related matters
- Respect for human rights
- Anti-corruption and bribery
- Undertaking business with respect to board diversity and sustainability risks

The CSRD systems essentially represent a shift from only reporting financial performance to now including Environmental, Social, and Governance (ESG) considerations which aligns the reporting of companies with the European Commission's Green Deal and Sustainable Finance agenda.

The implications of these processes are that:

- Non-European Union multinationals who have European Union subsidiaries will have to report under CSRD rules.
- Companies from outside the European Union will adopt similar frameworks of reporting ESG issues (e.g., GRI, SASB, TCFD) in order to meet European expectations.
- Pressure will continue to mount on third-country regulators to enhance non-financial disclosure regimes if they want to facilitate cross-border investment from Europe.

Overall, companies listed on European stock exchanges or aiming to attract European institutional investors will be increasingly required to meet these requirements, and will lead to globalization of ESG reporting.[30]

Executive pay has emerged as a key issue for governance reform. The EU has embraced some governance reforms that support:

- say-on-pay votes (binding or advisory),
- disclosure of pay ratio and remuneration structures,

---

[27] Enriques, L. (2017). *European Corporate Governance Reform: Beyond Shareholder Rights*. *Journal of Corporate Law Studies*, 17(2), 369–394. https://doi.org/10.1080/14735970.2017.1381541

[28] Verdier, P.-H. (2011). *Mutual Recognition in International Finance*. *Harvard International Law Journal*, 52(1), 55–108.

[29] Zetzsche, D. A., Buckley, R. P., Arner, D. W., & Barberis, J. N. (2018). *From FinTech to TechFin: The Regulatory Challenges of Data-Driven Finance*. *NYU Journal of Law & Business*, 14(2), 393–446.

[30] Coffee, J. C., Jr. (2021). *The Future of Disclosure: ESG, Common Ownership, and Systematic Risk*. *European Corporate Governance Institute (ECGI) Law Working Paper No. 541/2020*. https://ssrn.com/abstract=3678197

- alignment of incentives with long-term performance.

These elements are inconsistently adopted across member states, but the EU's regulatory framework lays down minimal standards that will influence pay governance practices globally.[31]

Other implications beyond the borders of the EU include:

- Non-EU firms with EU listings or shareholders reviewing remuneration policies,
- Applying remuneration disclosure practices consistent with SRD II,
- Global corporate boards are under increasing pressure by investors to justify executive pay.

For example, recently, Swiss and U.S. companies soliciting Europeans for financing were disenfranchised by European investors to adopt remuneration practices that embodied more reliable and fairer pay practices, signaling the soft, but influential pull of EU governance norms.

The Brussels Effect is at its greatest strength when firms are motivated to make the choice to follow EU standards on the EU's own terms. There are a variety of aspects which enrich the Brussels Effect in corporate governance:

The EU single market—consisting of over 400 million consumers and a complicated business community of investors—is an effective motivator for global companies to balance their choices. The traditional motive of gaining capital, customers or legitimacy in the EU leads firms even in their home territory to adopt EU approaches to governance.

International institutional investors increasingly evaluate corporate governance in accordance with EU rules. As such, non-EU firms, especially in terms of ESG disclosure and board diversity, feel reputational pressures to ally predictably with European norms. [32]

The EU is, firstly, viewed as a normative regulator which weighs in on global discussions about business ethics, sustainability and corporate responsibility. In this sense, soft power can induce a willingness to copy EU rules even when a firm faces no legal obligations to comply.

While the Brussels Effect in corporate governance has great reach, it is not pervasive. Numerous factors limit or inhibit the global adoption of EU rules:

- Distinct corporate governance traditions exist across nation-states. For example:
- The Anglo-American model prioritizes shareholder primacy.
- The German and Nordic model emphasizes stakeholder participation.
- The Asian model may consider family or state control elements.[33]

In such environments, EU-style rules generally conflict with local expectations, board roles, or ownership forms, limiting the potential for uptake.

Firms, when they operate on a global basis, often confront a patchwork of overlapping or inconsistent regulatory requirements. For example, a firm may potentially need to comply with the:

- EU's CSRD.
- U.S. SEC's climate disclosure rules.
- UK's Corporate Governance Code.

[31] de la Mano, M., & Padilla, J. (2020). *The EU Digital Markets Act: A Revolution Grounded on Traditions*. *Journal of European Competition Law & Practice*, 11(10), 542–551. https://doi.org/10.1093/jeclap/lpaa066

[32] Choi, S. J., & Guzman, A. T. (1998). *National Laws, International Markets, and Contracts: The Harmonization of Securities Law*. *California Law Review*, 96(4), 1029–1119.

[33] Gilson, R. J. (2001). *Globalizing Corporate Governance: Convergence of Form or Function*. *The American Journal of Comparative Law*, 49(2), 329–357.

These and other requirements have begun to foster regulatory fatigue, particularly for small and medium enterprises (SMEs), for whom complying with multiple frameworks at the same time is inherently more difficult and requires substantial resource commitment. [34]

Non-EU countries may regard the Brussels Effect as a violation of regulatory sovereignty. On politically sensitive issues, governments may be prompted to resist adopting EU standards in a bid to protect local industries and preferences, or to ensure sovereign regulatory independence - particularly in strategic sectors.

Some examples include:

The U.S.'s inclination to avoid EU rules on executive pay and ESG requirements.

Emerging markets delaying and/or prioritizing economic growth over corporate disclosure policies.[35]

US corporate governance rules have transformed the business practices of numerous actors around the globe because of their emphasis on, among other things, shareholder rights, transparency, and responsible management. Given the Brussels Effect, many actors, outside of the EU, are increasingly incorporating the European rules, as they are supported by market rationality, investor pressure, and reputation-based incentives, rather than legal obligation. [36]

The Brussels Effect does not apply evenly everywhere to all sectors, jurisdictions, or governance models. In some areas, it supports regulatory convergence while, in other contexts, it reveals the tensions of a global economy where competing legal traditions and political priorities operate simultaneously.

The challenge for regulators and corporate leaders is to embrace the forward-looking trajectories of these global alignments while balancing the values of flexibility, adaptation to the local environment, and mutual recognition. The Brussels Effect will remain a potent, contested site of political struggle as the EU broadens its governance agenda—in particular around sustainability and digital reporting, which is when , whenever this controversial claim would be culturally, socially and politically available in other jurisdiction, and whether or not this function allows jurisdiction (only if not contested) in which it would allow.

As global politics and economics continue to shift, the fate of the Brussels Effect is now coming to a significant moment. The EU has been exceptionally successful at using its regulatory power to shape international norms, but recent events—including Brexit, the fracturing of global trade regimes, and new competing regulatory powers—have begun to introduce limits and challenges to the Brussels Effect's apparent adaptability.[37]

Brexit especially posed a special challenge for the EU. The UK's exit from the EU was not only a political and economic break, but it also introduced an added regulatory competition in the EU's backyard (not to mention around the world). London has long been a financial center within the EU and is now actively pursuing a pathway to be a more flexible regulatory regime. Depending upon whether the UK dilutes the EU's rule reach, or conversely, limits the Brussels Effect, hinges upon whether firms increasingly based their role in the global economy on being located in the UK and subject to regulatory autonomy of UK based rules, rather than competing for access (including rules) related to a more substantial and lucrative EU market. Many of these aforementioned issues will depend on the degree of alignment of the EU and UK on areas like financial services, ESG and corporate disclosures issues.

---

[34] OECD. (2023). *G20/OECD Principles of Corporate Governance*. https://www.oecd.org/corporate/principles-corporate-governance/

[35] Gilson, R. J. (2001). *Globalizing Corporate Governance: Convergence of Form or Function*. *The American Journal of Comparative Law*, 49(2), 329–357.

[36] World Bank. (2020). *Corporate Governance Progression Matrix*. https://www.worldbank.org/en/topic/corporategovernance

[37] BlackRock. (2022). *Investment Stewardship Report: Europe*. https://www.blackrock.com/corporate/about-us/investment-stewardship

Outside the EU, the fragmentation of global trade and regulatory environment—which has been aggravated by increasing protectionism, geopolitical tensions, and supply chain diversifications—poses more questions on the EU's ability to continue exerting influence in the world. With new regulatory powers such as China and groupings such as ASEAN, MERCOSUR or the African Continental Free Trade Area offering their own governance models, the EU could face push back or selective adoption of its standards.[38]

Nevertheless, the Brussels Effect still has plenty of forward thrusts. The size and stability of the EU market and its normative leadership on issues such as sustainability, digital governance, and financial transparency mean, in some fields, EU regulations will continue to provide global benchmarks. For instance, the rise of ESG investing, green finance and digital corporate governance can easily fit in with EU parameters, and open new opportunities for regulatory prophecy in the years ahead.[39]

Furthermore, the EU's focus on rule-based governance, regulatory stability and long-term thinking sets it apart from other jurisdictions in which domestic political instability or weak-state institutions limit the certainty of the laws in which parties can rely. For international businesses, this level of legal certainty is frequently an attractive feature that can sway them in favor of compliance with EU regulations and standards, even when they are not required to do so legally.[40]

In summary, the Brussels Effect will experience new constraints in an increasingly multipolar and fragmented world, but it is unlikely to disappear. Rather, it will adapt and evolve with regard to the new priorities and institutional relationships that will likely emerge globally. In short, the future of EU influences will be determined by the EU's capacity to innovate and lead, and the EU's willingness to engage in regulatory cooperation at the global level, ensuring that standards will not only be adopted by other jurisdictions but also aligned with key global actors. In this sense, the Brussels Effect is an important and relevant actor in the ongoing discussion of the globalization of financial regulation and corporate governance.

CONCLUSIONS

This paper has examined the EU's far-reaching power to set standards globally, commonly known as the Brussels Effect, in the area of international financial regulation and corporate governance. A detailed review of the EU's primary legislative apparatus of MiFID II, Solvency II, and its corporate governance measures regarding shareholders' rights, transparency, and executive pay, reveals the EU as a significant player in globalizing financial standards.[41]

In summary, the EU's regulations apply well beyond the eurozone—not through overt coercion on non-EU countries, firms, or investors, but through the inducement of adopting EU regulation, as well as the credibility of EU regulation. Non-EU countries, firms, and investors see joining to the EU regulation as the best means to entering the significant and consistent EU market, thereby voluntary harmonizing standards internationally. This voluntary harmonization happens with less state action in the areas of investor protection, risk management, and ESG disclosure.[42]

---

[38] McKinsey & Company. (2021). *Sustainability and the Future of Corporate Reporting*. https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/

[39] BlackRock. (2022). *Investment Stewardship Report: Europe*. https://www.blackrock.com/corporate/about-us/investment-stewardship

[40] World Bank. (2020). *Corporate Governance Progression Matrix*. https://www.worldbank.org/en/topic/corporategovernance

[41]

[42]

Simultaneously, it has found constraints to the Brussels Effect. The reality is that differences in legal systems, regulatory cultures, and political priorities lead to partial acceptance or even selective refusal of EU rules. Another example of regulatory friction that is enabled by the extraterritoriality aspect of EU regulation is with countries that have a different governance model or where there is co-implementation of overlapping global requirements in a given sector.[43]

Looking ahead, the Brussels Effect will not only continue, but likely evolve. Coming global developments, including Brexit, geopolitical fragmentation, technological transformation, and the importance of sustainable finance will pose challenges to the adaptability and attractiveness of EU regulatory norms. The EU's position in global regulation will depend on its own functioning internal regulatory-structure, but also its ability to develop international synergies and adapt to new global market realities.[44]

To sum, the Brussels Effect still is a significant force of regulatory globalization, especially in relation to markets and corporate governance. When faced with some of the world's biggest challenges to date, like climate change, digitalization, and systemic financial risk, the EU has an important role to play as a leader if it can stay nimble, respond to new and innovative rules and leave itself open to multilateralism. The EU's ongoing influence will matter for more than just how companies are governed, it will matter for how global capital markets will be regulated in the future.[45]

BIBLIOGRAPHY:

Books and Academic Works

Bradford, A. (2020). *The Brussels Effect: How the European Union Rules the World*. Oxford University Press.

Moloney, N. (2014). *EU Securities and Financial Markets Regulation* (3rd ed.). Oxford University Press.

Ferran, E., & Moloney, N. (2022). *The Regulation of Financial Markets in the 21st Century: Perspectives from the EU and Beyond*. Cambridge University Press.

Tröger, T. H. (2014). *Regulatory Competition in Financial Services*. *Journal of International Economic Law*, 17(3), 787–805. https://doi.org/10.1093/jiel/jgu035

Cafaggi, F. (2009). *Private Regulation, Supply Chain and Contract Governance*. *EUI Working Papers LAW*, No. 2009/15. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1441788

EU Legislation & Official Documents

European Parliament & Council. (2014). *Directive 2014/65/EU (MiFID II)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0065

European Parliament & Council. (2009). *Directive 2009/138/EC (Solvency II)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32009L0138

European Parliament & Council. (2017). *Directive (EU) 2017/828 (Shareholder Rights Directive II)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32017L0828

European Parliament & Council. (2014). *Directive 2014/95/EU (Non-Financial Reporting Directive)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32014L0095

European Parliament & Council. (2022). *Directive (EU) 2022/2464 (Corporate Sustainability Reporting Directive)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32022L2464

European Commission. (2021). *Strategy for Financing the Transition to a Sustainable Economy*. https://ec.europa.eu/info/publications/210706-sustainable-finance-strategy_en

43

44

45

European Securities and Markets Authority (ESMA). (2023). *Annual Report on MiFID II/MiFIR Implementation*. https://www.esma.europa.eu/

Scholarly Articles and Working Papers

Enriques, L. (2017). *European Corporate Governance Reform: Beyond Shareholder Rights*. *Journal of Corporate Law Studies*, 17(2), 369–394. https://doi.org/10.1080/14735970.2017.1381541

Verdier, P.-H. (2011). *Mutual Recognition in International Finance*. *Harvard International Law Journal*, 52(1), 55–108.

Zetzsche, D. A., Buckley, R. P., Arner, D. W., & Barberis, J. N. (2018). *From FinTech to TechFin: The Regulatory Challenges of Data-Driven Finance*. *NYU Journal of Law & Business*, 14(2), 393–446.

Coffee, J. C., Jr. (2021). *The Future of Disclosure: ESG, Common Ownership, and Systematic Risk*. *European Corporate Governance Institute (ECGI) Law Working Paper No. 541/2020*. https://ssrn.com/abstract=3678197

de la Mano, M., & Padilla, J. (2020). *The EU Digital Markets Act: A Revolution Grounded on Traditions*. *Journal of European Competition Law & Practice*, 11(10), 542–551. https://doi.org/10.1093/jeclap/lpaa066

Choi, S. J., & Guzman, A. T. (1998). *National Laws, International Markets, and Contracts: The Harmonization of Securities Law*. *California Law Review*, 96(4), 1029–1119.

Gilson, R. J. (2001). *Globalizing Corporate Governance: Convergence of Form or Function*. *The American Journal of Comparative Law*, 49(2), 329–357.

Reports and Industry Sources

OECD. (2023). *G20/OECD Principles of Corporate Governance*. https://www.oecd.org/corporate/principles-corporate-governance/

World Bank. (2020). *Corporate Governance Progression Matrix*. https://www.worldbank.org/en/topic/corporategovernance

BlackRock. (2022). *Investment Stewardship Report: Europe*. https://www.blackrock.com/corporate/about-us/investment-stewardship

McKinsey & Company. (2021). *Sustainability and the Future of Corporate Reporting*. https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/

SIÇANLARA UYGULANAN SODYUM PİRİTİONİN HEMATOLOJİK PARAMETRE DÜZEYLERİNE ETKİSİ

Kübra Ceren ALAYANAK[1], Hüseyin POLAT[1]
[1]: Biyoteknoloji ve Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray Üniversitesi

ÖZET
Bu tez çalışması içerisinde 24 ve 96 saat dilimlerinde (akut sürelerde) iki farklı dozda olmak üzere 35mg ve 70 mg sodyum pirition'un (NaPT) Wistar albino sıçanlar üzerinde hematolojik kan parametrelerdeki değişimleri incelenmiştir. Tek doz olarak NaPT ve kontrol gruplarına salin uygulamaları yapılmış ve intrakardiyak delinme ile ETDA içeren tüplere kan örnekleri toplanmıştır. Kan örnekleri, hematolojik parametrelerin belirlenmiş ve ölçüm sonuçları kontrol grubuna göre grup içi ve gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesi için istatiksel analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada, sıçanlara intraperitoneal yolla uygulanan NaPT'nin (35 ve 70 mg/kg, ip) ile 24 ve 96 saatlik sürelerde hematolojik değişimler incelenmiştir. Analizler, 24 saatlik sürede her iki doz grubunda WBC ve lenfosit değerlerinde azalma, 96 saatlik ölçümlerde ise her iki doz grubunda artış olduğunu ve bu değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) olduğunu göstermiştir. Yine çalışmada 96 saatlik ölçümlerde THR düzeylerindeki artış anlamlıdır($p<0,05$). RBC, Htc ve Hb düzeylerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.
Steroid hormonlarının WBC üzerinde düşürücü etkisi olduğu bilinmektedir. Mevcut çalışmada, 24 saatlik sürede gözlenen WBC azalmasının kortikosteron artışıyla ilişkili olabileceği, 96 saatte ise kortikosteron seviyelerinin normale dönmesi WBC artışından sorumlu olabileceği düşünülmüştür. THR düzeylerindeki artışın sitokin düzeylerindeki değişimlerin ve histopatolojik olarak konjesyon ve kanamalara bağlı olarak meydana gelmiş olabileceği düşündürtürmüştür. Aynı zamanda bu araştırmanın bulguları, sıçanlara intraperitoneal olarak uygulanan NaPT'nin akut sürede organizmada hayatta kalmayı destekleyen adaptasyon mekanizmalarını tetiklediğini düşündürmektedir. Elde edilen veriler, fizyolojik değişimlerin hematolojik parametreler üzerinde belirgin etkiler yaratabileceğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Hematolojik parametre, Sıçan, Sodyum pirition.

ABSTRACT

In this thesis, changes in hematological blood parameters were investigated in Wistar albino rats after two different doses of 35 mg and 70 mg sodium pyrithione (NaPT) over 24 and 96 hours (acute periods). Saline was administered as a single dose to the NaPT and control groups, and blood samples were collected into ETDA-containing tubes via intracardiac puncture. Hematological parameters were determined in blood samples, and the measurement results were statistically analyzed to determine the differences within and between groups compared to the control group. In this study, hematological changes were investigated over 24 and 96 hours with intraperitoneal NaPT (35 and 70 mg/kg, ip) administered to rats. Analyses showed that WBC and lymphocyte values decreased in both dose groups over the 24-hour period, while increases occurred in both dose groups at 96 hours, and these changes were statistically significant ($p<0.05$). The increase in THR levels was also significant in the 96-hour measurements in the study ($p<0.05$). There were no significant differences between the groups in RBC, Htc, and Hb levels.

Steroid hormones are known to have a lowering effect on WBC. In the current study, it was thought that the decrease in WBC observed over the 24-hour period may be related to an increase in corticosterone, while the return of corticosterone levels to normal at 96 hours may be responsible for the WBC increase. The increase in THR levels may have been due to changes in cytokine levels and histopathological evidence of congestion and hemorrhage. Furthermore, the findings of this study suggest that intraperitoneal administration of NaPT to rats triggers adaptation mechanisms that support survival in the acute phase. The data obtained indicate that physiological changes can have significant effects on hematological parameters.

Keywords: Hematological parameter, Rat, Sodium pyrithione.

GİRİŞ

Günümüzde endüstriyel alanlardaki hızlı ilerlemeler birçok yeniliği beraberinde getirirken, bu durum çevresel ve sağlıkla ilgili sorunları da ortaya çıkarmaktadır. Özellikle üretim süreçlerinde kullanılan maddelerin çevreye toksik etkiler bırakabildiği belirlenmiştir. Yapılan çeşitli araştırmalar, çevrede biriken toksik kirleticilerin hem ekosistem hem de toplum sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Kimyasalların öldürücü olmayan konsantrasyonlarına maruz kalmak, organizmalar üzerinde stres yaratabilir ve çoğunlukla biyokimyasal, fizyolojik ve genotoksik tepkilere yol açabilir. Kişi başına tüketim ve nüfus artışı çevreye zarar vermeye başlamış olup, endüstriyel atıklar, kentsel atıklar, pestisitler ve fosil yakıt türleri, doğrudan veya dolaylı olarak çevreye salınan, insan sağlığını etkileyen ve ekolojik denge üzerinde zararlı etkileri olan bu kirleticilere örnek olarak verilebilir [1, 2]. Biyosit öldürücüler ve biyosidal maddeler, zararlı kabul edilen mantar, alg, bakteri, küf veya maya içeren mikroorganizmaları kontrol eden veya öldüren kimyasal maddelerdir [3]. Biyositler, canlıların vücutlarında biyolojik birikim yoluyla birikebilir ve daha sonra ilgili ortamda yaşayan toksik organizmalar ve hedef dışı organizmalar için önemli bir risk oluşturabilir [4]. Endüstrinin büyümesi, su ürünleri tesislerindeki mikroorganizmaları yok etmek için daha fazla ilaç, dezenfektan ve kirlilik önleyici bileşik (biyosit) kullanımını gerektirmektedir.

Antimikrobiyal bir bileşik olan Sodyum pirition (NaPT), bakteri ve/veya mantar üremesi nedeniyle bozulabilen malzemelerin üretiminde koruyucu olarak kullanılan geniş spektrumlu bir maddedir. NaPT, biyositler içerisinde önemli bir yere sahip olup, maden endüstrisinden kozmetik sektörüne ve yakıt endüstrisine kadar pek çok alanda antimikrobiyal ve antifungal özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır [5,6]. NaPT'nin, hücrelerde substrat

taşınımını engellediği ve mantar ile bakterilerin gelişimini olumsuz yönde etkilediği çeşitli araştırmalarda ortaya konmuştur [7].
Sitotoksik özellikleri nedeniyle NaPT'nin, fare, sıçan ve tavşan gibi hayvanlarda arka bacaklarda geri dönüşümlü felçlere ve kalıcı göz hasarlarına yol açtığı gözlenmiştir [8]. Sıçanlara oral yolla verildiğinde, omurilikteki motor nöronlarda Ca^{2+} seviyesini artırarak enerji üretimini tetiklediği; bunun sonucunda hücre iskelet yapısında bozulma nedeniyle hücre ölümü üzerine etkili olduğu bildirilmiştir [9,10]. Ayrıca piritionların oluşturduğu fizyolojik stresin etkisiyle üretilen enerjiyi artırdığı [11] ve bu nedenle DNA hasarına yol açarak hücrelerin erken yaşlanmasına ve ardından ölümüne neden olabileceği belirtilmiştir [12]. NaPT'nin etkileri yalnızca bakteri ve mantarlarla sınırlı kalmayıp, hayvanlar üzerinde de ekolojik açıdan olumsuz sonuçlar doğurduğu bilinmektedir. Çeşitli pirition bileşiklerinin, midyelerde DNA hasarı sonucu [13] balık larvalarında gelişimsel anomaliler (teratojenik etkiler) oluşturduğu tespit edilmiştir [14]. Kirleticiler genellikle hayvansal organizmalar üzerinde hematolojik parametrelerinde nispeten hızlı değişikliklere neden olur [15]. Yine hematolojik parametreler, çeşitli toksik maddelere verdiği tepkiyi izlemek ve kirleticinin ölümcül etkilerini belirlemek için kullanılan yaygın bir yöntemdir [16]. Bu nedenle, kan parametreleri sağlık tahmininin bir göstergesi olarak kullanılır ve özellikle hayvansal organizmaların toksikolojik semptomlarını göstergesi olarak görülmektedir [17]. Bileşiğin toksik stres etkisini değerlendirmek için, kırmızı kan hücresi sayısı, beyaz kan hücresi sayısı, hemoglobin içeriği, MCV, MHC ve MCHC hematolojik indekslerinin analizi gibi birçok hematolojik parametre dikkate alınır [18]. Bu çalışmasında akut süre (24 ve 96 saat) dilimlerinde tek doz olarak iki farklı dozda (35mg ve 70 mg/kg, ip) NaPT uygulanan Wistar albino sıçanlar üzerinde hematolojik kan parametrelerindeki değişimin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneylerde Kullanılan Hayvan Grupları

Çalışmada kullanılan sıçanlara özgü hazırlanmış standart yemle beslenmiş ve suya serbest erişim sağlanarak standart kafeslerde barındırılmıştır. Deney hayvanlarının bulunduğu ortam 21-25 °C sıcaklık aralığında bulundurulmuş ve 12/12 saat aydınlık/karanlık döngüsü uygulanmıştır. Deneylerde erkek ve erişkin Wistar albino sıçanları tercih edilmiştir. Hayvanların vücut ağırlıklarının deney sonuçlarını etkilememesi için minimum 238 gram ile maksimum 287 gram arasında olmalarına dikkat edilmiştir. Deneysel gruplar, farklı zaman aralıkları, değişen doz uygulamaları ve kontrol koşullarını içerecek şekilde, her birinde 10 sıçan bulunan ayrı grup oluşturuldu.

Deney Protokolü

Deneysel çalışmalar sabah saat 09:00'da tek doz NaPT ve fizyolojik tuzlu su uygulamaları ile başlatılmıştır. Uygulamanın ardından 24. ve 96. saatlerde intrakardiyak ponksiyon yöntemiyle kan örnekleri toplanmıştır. Çalışma boyunca laboratuvar ortamının sıcaklığı 21-25 °C aralığında bulundurulmuş ve 12/12 saat aydınlık/karanlık döngüsü uygulanmıştır. Deney protokolü uygulamaların onayı Kırıkkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından yapılmıştır. Araştırmalar Kırıkkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Uygulama Merkezi'nde yürütülmüştür.

Deney Sonrası Kan Alımı

İntraperitonal olarak NaPT ve tuzlu su uygulanması sonucunda sıçanlardan, dietileter ile sağlanan hafif anestezi altında intrakardiyak ponksiyon yöntemiyle 2–2,5 ml aralığında kan örneği alınmıştır. Alınan kanlar, antikoagülansız ve steril biyokimyasal olarak kullanılan tüplerde toplanmıştır. Toplanan örnekler 30 dakikalık bekleme süresinin ardından 4000 devir/dakika hızda, 10 °C'de soğutmalı santrifüj işlemine tabi tutulmuş ve serum fazı ayrıştırılmıştır. Elde edilen serumlar steril ependorf tüplere 300 µL'lik alikotlar halinde aktarılmış ve hormonal analizler yapılıncaya kadar -40 °C'deki derin dondurucuda

saklanmıştır.

Hematolojik Analizler

Antikoagülan (EDTA) içeren tüplere alınan kan örnekleri, Aksaray Üniversitesi Merkezi Laboratuvarları (ASUBTAM) bünyesinde yer alan veteriner amaçlı tam kan analiz cihazı kullanılarak hematolojik parametrelerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu ölçümlerde gerekli olan analiz kitleri araştırmacıların kişisel katkılarıyla temin edilmiştir.

Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi

Çalışmada elde edilen hematolojik parametrelerin analizleri IBM SPSS 26 istatistik programında gerçekleştirilmiştir. Ortalama ve standart sapmalar betimsel istatistik analizleri ile gerçekleştirilmiştir. İstatiksel anlamlılık ise tek faktörlü varyans analizi ANOVA ile $p<0,05$ anlamlılık düzeyinde belirlenmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Hematolojik İncelemelere Ait Bulgular

Bu çalışmada 24 saatlik sürede NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan sıçanlarda hematolojik parametrelerde düzeylerindeki değişimler incelenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 1. NaPT uygulanan sıçanlarda 24 saat sonrası hematolojik parametrelerdeki değişimlere ait bulgular.

	24 Saat		
	Kontrol	***35 (mg/kg, ip)***	***70 (mg/kg, ip)***
WBC ($x10^3/mm^3$)	9,6±0.34 a*	8,3±0,22 b	8,3±0,0,20 b
Lenfosit (%)	38,9±0,38 a	34,6±1,30 b	33,6±0,34 b
Granülosit (%)	55,1±0,40 b	59,5±1,20'a	60,5±0,44 a
Monosit (%)	5,9±0,14	5,7±0,11	5,7±0,19
RBC ($x10^6/mm^3$)	6,5±0,10	6,5±0,11	6,6±0,13
Htc (%)	39,5±0,52	39,0±0,66	40,1±40,1
Hb (g/dl)	14,6±0,39	14,7±0,37	14,7±0,28
THR ($x10^3/mm^3$)	408,6±9,37	418,9±18,2	425,6±16,9

*: Aynı satırda bulunan küçük harfler arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

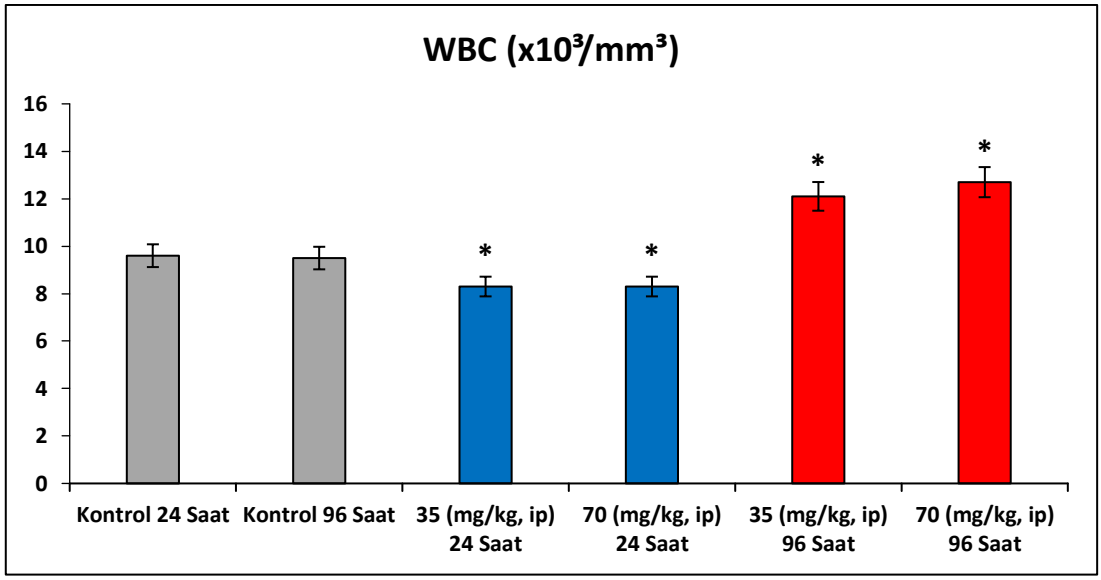
Çizelge 1'de yer alan bulgulara göre, lökosit (WBC) sayısı kontrol grubuna göre her iki doz grubunda istatistiksel olarak anlamlı biçimde azaldığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu durum, NaPT'nin bağışıklık sistemini baskılayıcı etki gösterebileceğini düşündürmektedir. Lenfosit düzeyinde, kontrol grubuna göre her iki doz grubundaki azalma istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$) ve özellikle NaPT'nin lenfosit üretimini baskıladığına işaret etmektedir. Yine aynı tablodan görüleceği gibi granülosit düzeyinin kontrol grubuna göre her iki dozdaki artışın istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Granülosit yüzdesindeki yükseliş, bağışıklık yanıtında hücresel dengenin değiştiğini göstermektedir. Monosit, eritrosit (RBC) sayısı, hematokrit (Htc), hemoglobin (Hb) ve trombosit (THR) düzeylerindeki değişim kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamsızdır($p<0,05$). Yine bu çalışmada 96 saatlik sürede NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan sıçanlarda hematolojik parametrelerde düzeylerindeki değişimler incelenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. NaPT uygulanan sıçanlarda 96 saat sonrası hematolojik parametrelerdeki değişimlere ait bulgular.

	96 Saat		
	Kontrol	***35 (mg/kg, ip)***	***70 (mg/kg, ip)***
WBC ($x10^3/mm^3$)	9,5±0,28 b*	12,1±0,28 a	12,7±0,70 a
Lenfosit (%)	39,1±0,37 b	43,9±1,73 a	44,5±1,27 a
Granülosit (%)	55,0±0,35 a	50,1±1,67 b	49,4±1,26 b
Monosit (%)	5,9±0,17	6,1±0,21	6,2±0,24
RBC ($x10^6/mm^3$)	6,5±0,10	6,6±0,12	6,6±0,11
Htc (%)	39,3±0,61	41,1±0,40	41,9±0,56
Hb (g/dl)	14,7±0,42	14,8±0,27	14,8±0,77
THR ($x10^3/mm^3$)	410,7±18,4 b	562,6±37,1 a	571,4±41,8 a

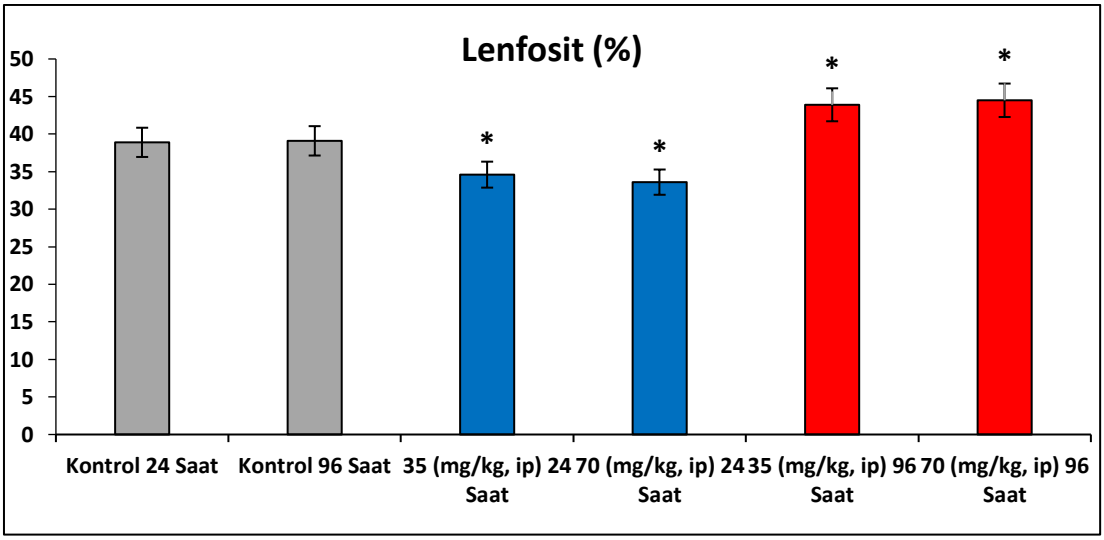
*: Aynı satırda bulunan küçük harfler arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 2'de yer alan bulgulara göre, lökosit (WBC) sayısı kontrol grubuna göre her iki doz grubunda istatistiksel olarak anlamlı biçimde arttığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu durum, NaPT'nin atılımının artışı sonucu bağışıklık sistemini baskılayıcı etkisinin azaldığını düşündürmüştür. Lenfosit düzeyinde, kontrol grubuna göre her iki doz grubundaki artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$) ve özellikle NaPT'nin lenfosit üretimi baskıladığına işaret etmektedir. Yine aynı tablodan görüleceği gibi granülosit düzeyinin kontrol grubuna göre her iki dozdaki azalış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). THR düzeyinde, kontrol grubuna göre her iki doz grubundaki artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Monosit, eritrosit (RBC) sayısı, hematokrit (Htc) ve hemoglobin (Hb) düzeylerindeki değişim kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamsızdır($p<0,05$). Farklı dozlarda çeşitli hayvan türlerinde NaPT uygulanmasıyla yapılan araştırmalar, bu ajanın hayvanlarda çeşitli etkiler oluşturabildiğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, sitotoksik ve nörotoksik etkilerin yanı sıra doku hasarları, cilt tahrişleri, DNA hasarları, oksidatif stres, nekroz oluşumu ve hücre ölümü gibi sonuçları ortaya koymuştur. Hematolojik parametrelerdeki değişimler, toksikolojik etkilerin önemli göstergeleri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, sıçanlara intraperitoneal olarak uygulanan NaPT'nin (35 ve 70 mg/kg) ile 24 ve 96 saatlik zaman dilimlerindeki hematolojik değişimler incelenmiştir. Analizler, 24 saatlik sürede her iki doz grubunda WBC (beyaz kan hücresi) ve lenfosit değerlerinde azalma, 96 saatlik ölçümlerde ise her iki doz grubunda artış olduğunu ve bu değişimler anlamlı ($p<0,05$) olduğunu belirlenmiştir. Literatürde, sıçanlara intraperitoneal enjeksiyon ile 30 gün boyunca 50 mg/kg NaPT uygulamasının kan hücre sayısında değişikliğe yol açmadığı bildirilmiştir [59]. Bununla birlikte, steroid hormonlarının WBC üzerinde düşürücü etkisi olduğu bilinmektedir. Mevcut çalışmada, 24 saatlik sürede gözlenen WBC azalmasının kortikosteron artışıyla ilişkili olabileceği, 96 saatte ise kortikosteron seviyelerinin normale dönmesi ve histopatolojik değişimlerin WBC artışından sorumlu olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca, 96 saatlik ölçümlerde trombosit (THR) sayısındaki artışın, histopatolojik incelemelerde tespit edilen konjesyon ve kanamalara bağlı olarak meydana gelmiş olabileceği değerlendirilmiştir. Şekil 1'de 24 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan gruplarda WBC düzeylerinin kontrol grubuna göre azaldığı belirlenmiştir. Yine aynı şekilden görüleceği gibi 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan gruplarda WBC düzeylerinin kontrol grubuna göre arttığı görülmektedir. Bu sonuç, 24 saatlik bulgulardan farklı olarak NaPT 96. saatte lökosit üretimini uyardığını ortaya koymaktadır.



Şekil 1. 24 ve 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan sıçanlarda WBC düzeylerindeki değişimin grafiksel gösterimi.

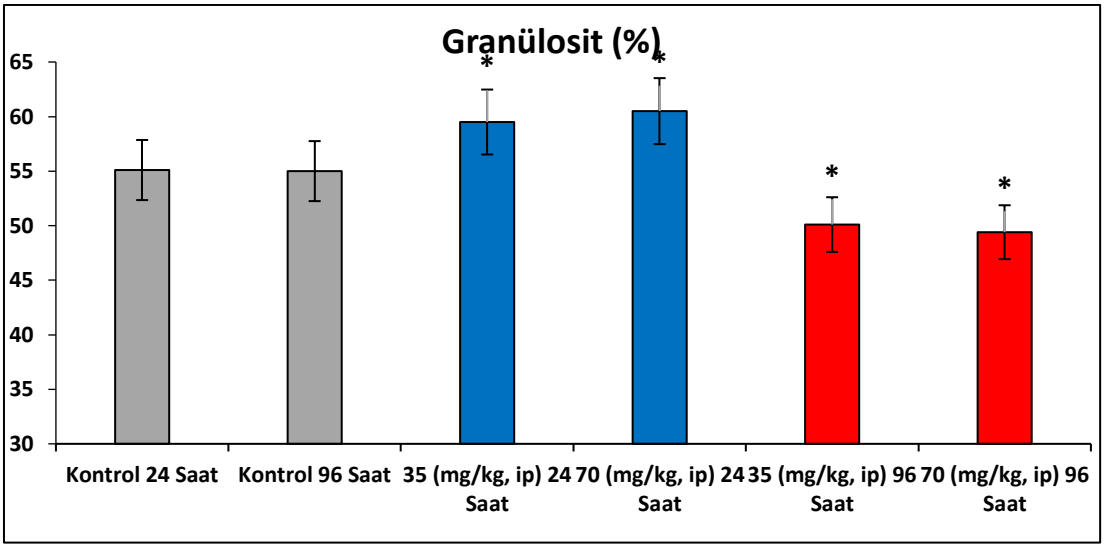
Bu sonuç, NaPT'nin erken dönemde bağışıklık sistemi hücrelerini baskıladığını düşündürmektedir. Nitekim literatürde pirition türevlerinin özellikle immün sistem hücrelerinde oksidatif stres oluşturarak apoptoza yol açabileceği belirtilmektedir [19]. Benzer şekilde ZnPT'nin nötrofillerde reaktif oksijen türleri üretimini artırdığı ve immün yanıtı baskıladığı bildirilmiştir [20]. Bu doğrultuda çalışmadaki erken dönem WBC azalması, NaPT'nin hematopoetik sistem üzerine baskılayıcı etkisiyle ilişkilendirilebilir. Buna karşılık 96 saatlik bulgular değerlendirildiğinde, 24 saatte gözlenen baskılanmanın yerini belirgin bir artışın aldığı görülmektedir. Bu artış, NaPT'nin geç dönemde immün sistemi uyarıcı veya telafi edici bir mekanizmayı aktive ettiğini düşündürmektedir. Literatürde benzer şekilde toksik veya stres oluşturan ajanların, başlangıçta kemik iliği hücrelerinde baskılanmaya yol açarken, ilerleyen dönemde nötrofil ve lenfosit mobilizasyonunu artırarak lökositoza neden olabileceği rapor edilmiştir [21, 22]. Bu bağlamda 96 saatte gözlenen WBC artışı, NaPT'nin ilk aşamada neden olduğu baskılanmanın ardından gelişen bir kompansatuar immün yanıtın sonucu olabilir. Ayrıca bazı çalışmalar, piritionun proinflamatuvar sitokinlerin salınımını tetikleyerek immün hücre proliferasyonunu artırabileceğini göstermektedir [23]. Şekil 2'te 24 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan gruplarda lenfosit düzeylerinin kontrole göre belirgin biçimde azaldığı izlenmektedir. Bu bulgu, uygulanan dozların adaptif bağışıklık hücreleri üzerinde baskılayıcı etki oluşturabileceğine işaret etmektedir. Yine aynı şekilden görüleceği gibi 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan deney gruplarında lenfosit düzeylerinin kontrol grubuna göre artış gösterdiği izlenmektedir. Bu artış, adaptif bağışıklık sisteminde geç dönemde toparlanma veya uyarılma olabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 2. 24 ve 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan sıçanlarda lenfosit düzeylerindeki değişimin grafiksel gösterimi.

Bu azalma istatistiksel olarak anlamlıdır ve bağışıklık sisteminin adaptif kolunda bir baskılanmaya işaret etmektedir. Lenfositler immün yanıtın temel belirleyicileri olduğundan, bu düşüşün T ve B hücre aktivitesinde zayıflamaya yol açabileceği düşünülmektedir. Literatürde pirition bileşiklerinin oksidatif stres üzerinden lenfositlerde DNA hasarına, hücre siklusu durmasına ve apoptoza neden olabileceği belirtilmektedir [24, 25]. Ayrıca ZnPT'nin T lenfosit proliferasyonunu inhibe ederek immün yanıtı baskıladığına dair bulgular da mevcuttur [20]. Bu bağlamda, 24 saatte gözlenen lenfosit azalmasının, doğrudan toksik etki ve oksidatif stres kaynaklı bir immün baskılanma olduğu değerlendirilebilir. Buna karşın 96 saatlik sonuçlarda, lenfosit oranlarının 24 saatlik bulguların tersine anlamlı biçimde arttığı görülmektedir. Bu artış, geç dönemde bağışıklık sisteminin adaptif yanıtında bir toparlanmaya veya telafi edici bir uyarılmaya işaret etmektedir. Çeşitli toksik ajanlarla yapılan deneysel çalışmalarda, başlangıçta immün baskılanma görülse de zamanla kemik iliğinde lenfosit prekürsörlerinin mobilize olarak periferik dolaşımdaki lenfosit sayısını artırdığı bildirilmiştir [26]. Ayrıca piritionun bazı koşullarda NF-κB yolunu aktive ederek proinflamatuvar sitokin üretimini uyardığı ve bunun da lenfosit proliferasyonunu tetiklediği öne sürülmüştür [27]. Bu mekanizma, 96. saatte NaPT uygulanan gruplarda gözlenen lenfositozun biyolojik temelini açıklayabilir.

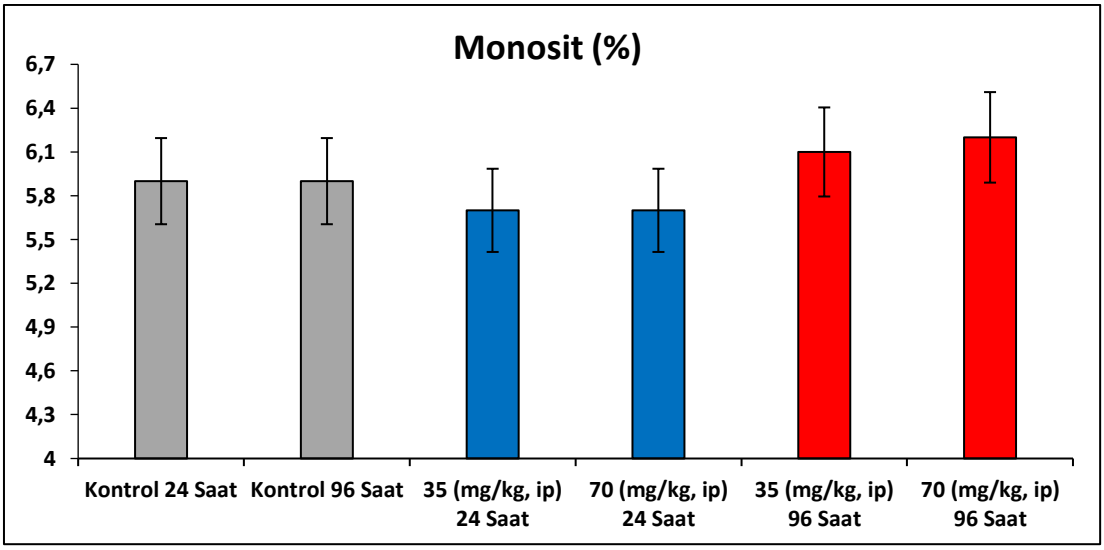
Şekil 3'te 24 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan gruplarda granülosit düzeylerinde kontrole göre belirgin biçimde artış izlenmektedir. Lenfositlerdeki azalma ile paralel olarak granülosit yüzdesindeki bu artış bağışıklık hücre dağılımında bir denge değişikliğine işaret etmektedir. Yine aynı şekilden görüleceği gibi 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan deney gruplarında granülosit düzeylerinde kontrol grubuna göre azalış gösterdiği izlenmektedir.



Şekil 3. 24 ve 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan sıçanlarda granülosit düzeylerindeki değişimin grafiksel gösterimi.

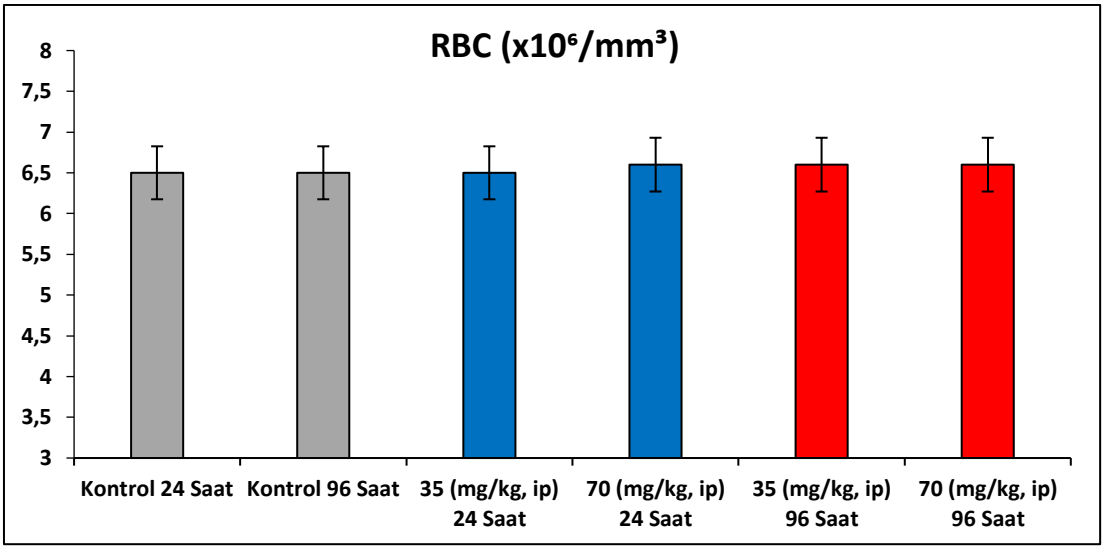
Çalışmanın 24 saatlik sonuçları incelendiğinde, sodyum pirition uygulamasının granülosit granülosit oranlarında anlamlı bir artışa yol açtığını göstermektedir. Bu hücre tipindeki yükseliş, doğuştan gelen bağışıklık sisteminde erken dönemde oluşan aktif bir yanıtı işaret eder. Benzer şekilde, sucul ortamda yaşayan zebralarda yürütülen bir çalışmada, NaPT ve ZnPT'ye maruz kalan balıklarda WBC ve diğer hematolojik parametrelerde belirgin azalmalar gözlemlenmiştir; bu hem nötrofil baskılanmasına hem de immün homeostazda bozulmaya işaret etmektedir [28]. Bulgular, akut toksik yanıtların bir parçası olarak granülosit mobilizasyonunun gerçekleşebileceğini ve doğuştan immün sistemin erken savunma mekanizması olarak harekete geçtiğini düşündürmektedir. Ayrıca literatürde nanomolar düzeyde ZnPT lenfositlerde oksidatif stres yoluyla apoptoza neden olduğu belirtilmiştir; bu da immün hücre dağılımında granülosit baskınlığını açıklamaktadır [29,30]. Buna karşılık 96 saatlik değerlendirmede, granülosit oranlarının azaldığı gözlemlenmiştir. Bu düşüş, adaptif bağışıklık yanıtının baskın hale gelmeye başladığı geç dönem süreçleriyle uyumludur. İlk aşamada baskılanan lenfositlerin 96. saatte artış göstermesi de bu geçici dağılım değişimini destekler niteliktedir. Granülositlerin bu düşüşüne dair doğrudan veri sağlayan memeli-model çalışmaları literatürde sınırlıdır. Bununla birlikte, piritionun pisi (flounder) balıklarında granülosit baskılanması, adaptif savunma sistemine yönelimle bir arada ortaya çıkabilmiştir [28].

Şekil 4'te 24 ve 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan gruplarda monosit düzeylerinin kontrole gurubuna göre değişmediği belirlenmiştir. Bu sonuç, NaPT'nin monositler üzerinde anlamlı bir etki göstermediğini düşündürmektedir. Monositler, bağışıklık sisteminde fagositoz, antijen sunumu ve inflamatuvar sitokin üretimi gibi kritik işlevlere sahiptir. Toksik ajanlara maruziyet sonrası genellikle nötrofil ve lenfositlerde belirgin değişimler gözlenirken, monositlerde daha durağan bir yanıt ortaya çıkabilmektedir. Nitekim çevresel toksinlerin hematolojik etkilerini inceleyen çalışmalar, monosit oranlarının genellikle daha az dalgalandığını ve nötrofil/lenfosit oranına kıyasla daha stabil seyrettiğini bildirmiştir [31,32]. Ayrıca bazı araştırmalarda monositlerin, nötrofil ve lenfositlere kıyasla oksidatif strese daha dayanıklı oldukları, antioksidan savunma sistemlerinin görece güçlü olması nedeniyle çevresel toksik ajanlara karşı daha stabil yanıt verdikleri öne sürülmektedir [73]. Bu durum, çalışmada monosit yüzdelerinin 24 ve 96 saatlik süreçlerde büyük bir dalgalanma göstermemesini açıklayabilir.



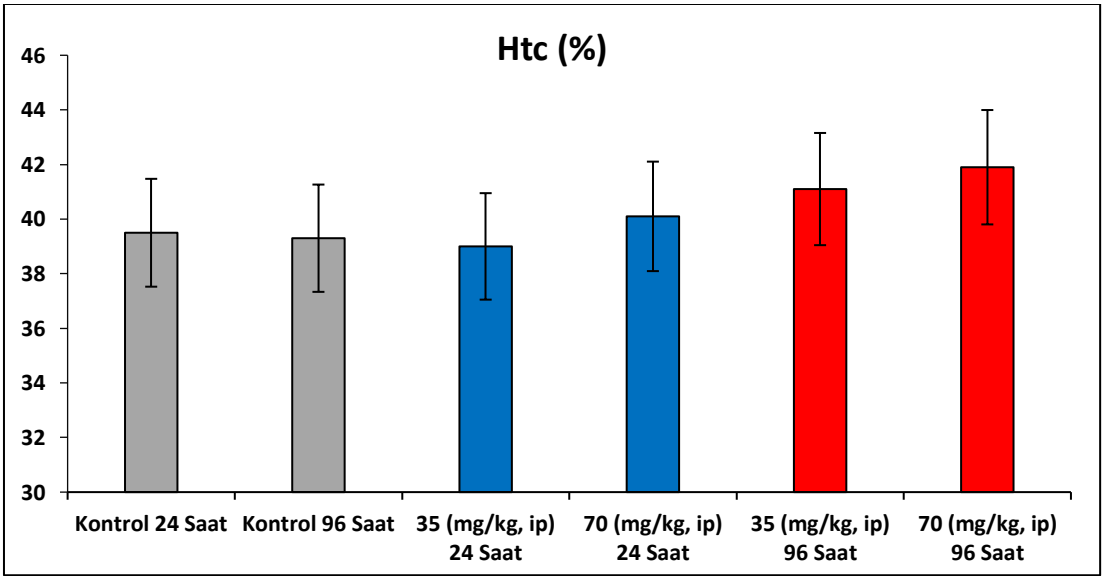
Şekil 4. 24 ve 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan sıçanlarda monosit düzeylerindeki değişimin grafiksel gösterimi.

Şekil 5'te 24 ve 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan gruplarda RBC düzeylerinin kontrole gurubuna göre değişmediği belirlenmiştir. Eritrosit sayısında gözlenen bu stabilite, kırmızı kan hücrelerinin her iki süre ve doz gruplarında etkilenmediğini ortaya koymaktadır. Bu veriler, NaPT'nin kısa ve orta vadede eritrosit sayısını etkilemediğini ortaya koymaktadır. Eritrositler, oksijen taşınmasında kritik role sahip olup, hematotoksik ajanlara maruz kalındığında hemoliz, eritropoez baskılanması ya da membran hasarı gibi etkilerle sayısında azalma görülebilir. Ancak mevcut çalışmada RBC düzeylerinin sabit kalması, NaPT'nin eritrositler üzerinde akut hemotoksik bir etki göstermediğini düşündürmektedir. Nitekim hematolojik toksisiteye yol açan birçok ağır metal ve pestisit, genellikle hemoglobini hedef alırken, piritionun daha çok immün hücrelerde belirgin etki gösterdiği bilinmektedir [34]. Ayrıca eritrositlerin çekirdeksiz yapısı nedeniyle DNA hasarına uğramaması, onları lenfosit ve monositlere kıyasla genotoksik ajanlara daha dirençli kılmaktadır [22]. Diğer yandan, bazı çalışmalar ZnPT'nin balıklarda hematolojik parametreler üzerine etkilerini incelemiş ve kısa süreli maruziyetlerde eritrosit sayısında belirgin bir azalma olmadığını, ancak uzun süreli maruziyetlerde oksidatif stresin etkisiyle hemoglobin oksidasyonu ve hemoliz görülebildiğini bildirmiştir [35]. Bu açıdan, NaPT'nin 24 ve 96 saat gibi görece kısa sürelerde RBC üzerinde gözle görülür bir değişiklik yapmaması beklenen bir durum olarak değerlendirilebilir.

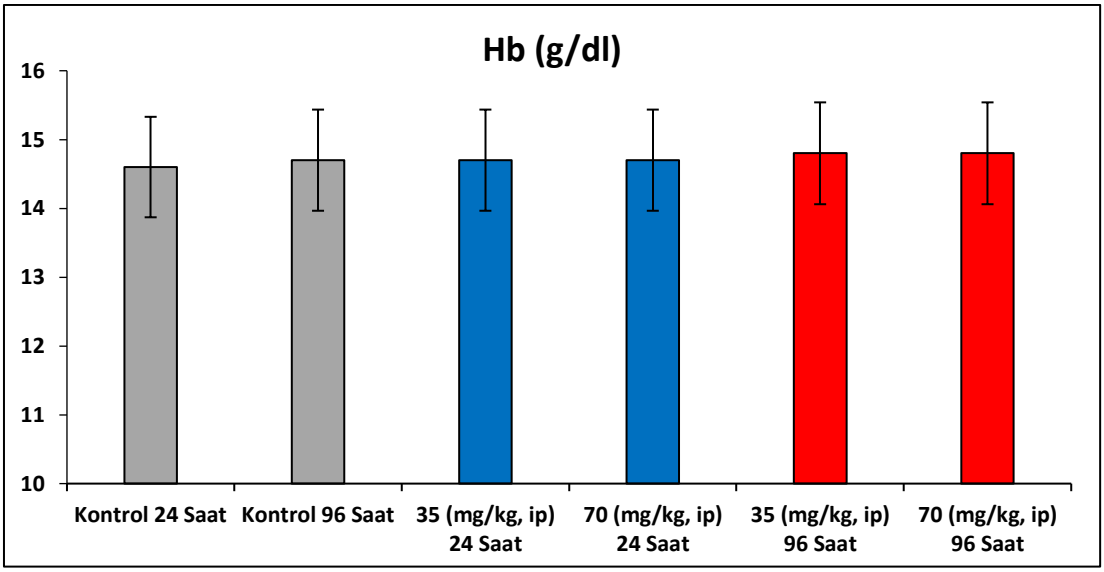


Şekil 5. 24 ve 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan sıçanlarda RBC düzeylerindeki değişimin grafiksel gösterimi.

Şekil 6'da 24 ve 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan gruplarda Htc ve Şekil 7'de Hb düzeylerinin kontrole gurubuna göre değişmediği belirlenmiştir. NaPT uygulanan süre ve dozların kanın oksijen taşıma kapasitesinde değişim olmadığı görülmüştür. Bu bulgular, NaPT'nin akut dozlarda ve uygulanan dozlarda eritrosit üretimi, hemoglobin sentezi veya plazma hacmi üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Bu parametrelerde anlamlı bir değişiklik olmaması, kısa süreli NaPT maruziyetinin eritropoietik sistem üzerinde toksik bir etki oluşturmadığını ve dolaşımdaki kırmızı kan hücreleri sayısında ciddi bir düşüş ya da artış yaratmadığını göstermektedir [36,37]. Akut maruziyetlerin genellikle hematopoetik sistem üzerindeki etkileri, kronik veya yüksek doz maruziyetlere kıyasla daha sınırlı olabilir. Bu nedenle 24 ve 96 saatlik sürelerde Htc ve Hb değerlerinin stabil kalması beklenen bir sonuçtur.

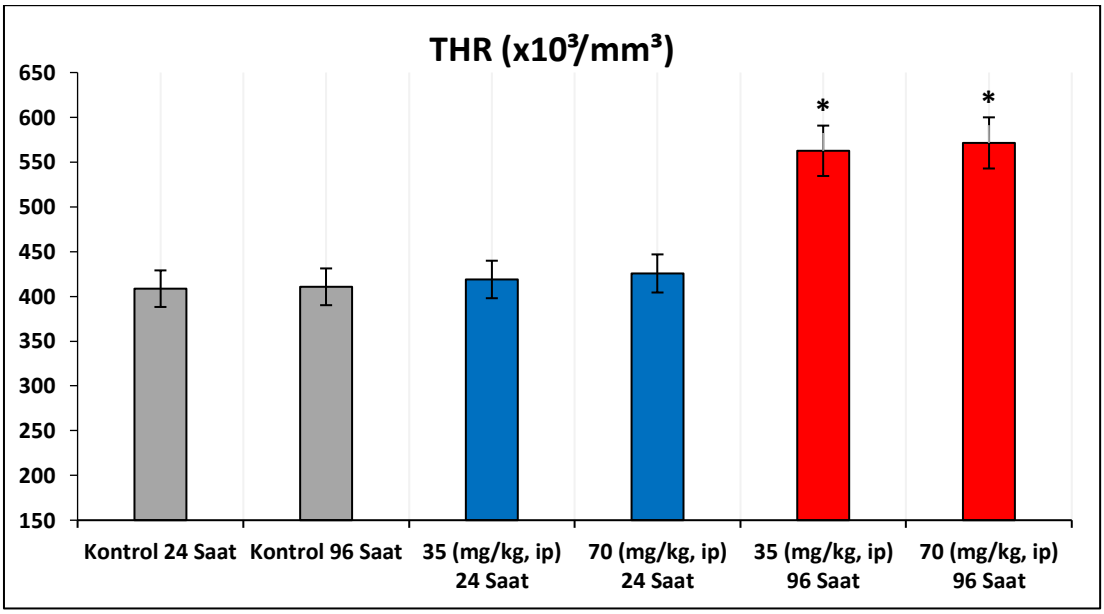


Şekil 0.6. 24 ve 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan sıçanlarda Htc düzeylerindeki değişimin grafiksel gösterimi.



Şekil 7. 24 ve 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan sıçanlarda Hb düzeylerindeki değişimin grafiksel gösterimi.

Şekil 8'de 24 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan gruplarda THR düzeylerinin kontrole gurubuna göre değişmediği belirlenmiştir. Yine aynı şekilden görüleceği gibi 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan deney gruplarında THR düzeylerinde kontrol grubuna göre artış gösterdiği izlenmektedir. Bu sonuç, geç dönemde pıhtılaşma sisteminde uyarıcı bir etkinin ortaya çıktığını göstermektedir.



Şekil 0.8. 24 ve 96 saatlik NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) uygulanan sıçanlarda THR düzeylerindeki değişimin grafiksel gösterimi.

Çalışmada son olarak THR değerleri kontrol ve deney grupları arasında anlamlı değişiklik göstermemiştir, ancak 96 saatlik dilimde THR düzeyinde kontrol grubunda göre deney gruplarında belirgin bir şekilde anlamalı ($p<0,05$) belirlenmiştir. Bu artışın NaPT'nin kemik iliğinde trombosit üretimini uyaran sitokinlerin veya hemopoietik faktörlerin geçici bir yanıt olarak devreye girmiş olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum literatürde akut toksin maruziyetlerinde gözlenen reaktif trombositoz örnekleriyle paralellik göstermektedir. Farklı ilaçlar veya toksik ajanlar, özellikle inflamatuvar veya stres yanıtı mekanizmaları aracılığıyla

trombosit sayısında geçici artışa yol açabildiği bildirilmektedir [38,39]. Ayrıca, artışın, NaPT'nin direkt miyelositer etkiden çok, sistemik stres veya hafif inflamasyon yoluyla trombosit üretimini uyarmış olabileceğini düşündürmektedir. Benzer şekilde, literatürde diğer antifungal veya dermatolojik ajanların yüksek dozlarda kısa süreli uygulamalarının reaktif trombositoza neden olabildiği rapor edilmiştir [40]. Bu bağlamda, NaPT'nin akut maruziyetinde trombosit sayısındaki artış, hematolojik parametreler arasında daha hassas bir yanıt göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Bu araştırmanın bulguları, sıçanlara intraperitoneal olarak uygulanan NaPT'nin (35 ve 70 mg/kg, ip) 24 ve 96 saatlik zaman dilimlerinde organizmada hayatta kalmayı destekleyen adaptasyon mekanizmalarını tetiklediğini düşündürmektedir. Elde edilen veriler, fizyolojik değişimlerin hematolojik parametreler üzerinde belirgin etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar, NaPT'nin etkilerini daha iyi anlamak için, doz ve süreye bağlı olarak tasarlanmış ileri düzey araştırmalara olan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

1. Kasurka CB. 2019. Molekuler toksikoloji ve 'omik' teknolojileri. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi. 8(1):42–55.
2. Koca YK. 2019. Termik santralin çevresel kirletici etkisinin toprak kirlilik yönetmelikleri çerçevesinde değerlendirilmesi. KSU J. Agric Nat. 22:148–153.
3. De Martinis BS, De Lourdes Pires Bianchi M. 2002. Methodology for urınary 8-hydroxy-20 -deoxyguanosıne analysıs by hplc wıth electrochemıcal detectıon. pharmacol res. 46(2):129–131.
4. Yildirim F, Yilmaz K. 2017. Zeynel Uyar, and Figen Erkoc¸. "P16. Investıgatıon Of Acute Toxıcıty Of Sodıum Omadıne On Dreıssena Polymorpha (Zebra Mussel). Turk J Occup/Environ Med Saf. 2(1):2017.
5. Hartwig, A., Arand, M., & MAK Commission. 2023. Sodium pyrithione. The MAK Collection for Occupational Health and Safety, 8(1), 1-16.
6. Dinning, A. J., Al-Adham, I. S. I., Austin, P. ve Collier, P. J., 1998. A novel assay for the distribution of pyrithione biocides in bacterial cells. Letters in Applied Microbiology, 27,1, 1-4.
7. Chandler, C. J. ve Segel, I. H., 1978. Mechanism of the antimicrobial action of pyrithione: effects on membrane transport, ATP levels, and protein synthesis. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 14,1, 60-68.
8. Ziller, S. A., 1977. Absorption, excretion and tissue distribution of 2-pyridinethiol-1-oxide. Food and Cosmetics Toxicology, 15, 49–54.
9. Gibson, W. B., Jeffcoat, A. R., Turan, T. S., Wendt, R. H., Hughes, P. F. ve Twine, M. E., 1982. Zinc pyridinethione: serum metabolites of zinc pyridinethione in rabbits, rats, monkeys, and dogs after oral dosing. Toxicology and Applied Pharmacology, 62, 237–250.
10. Nicotera, P. ve Orrenius, S., 1998. The role of calcium in apoptosis. Cell Calcium, 23,2-3, 173-180.
11. Knox, R. J., Keen, K. L., Luchansky, L., Terasawa, E., Freyer, H., Barbee, S. J., Kaczmarek, L.K. 2008. Comparative effects of sodium pyrithione evoked intracellular calcium elevation in rodent and primate ventral horn motor neurons. Biochemical and Biophysical Research Communications, 366,1, 48-53.
12. Rudolf, E. ve Cervinka, M., 2011. Stress responses of human dermal fibroblasts exposed to zinc pyrithione. Toxicology Letters, 204, 2, 3, 164-173.
13. Marcheselli, M., Azzoni, P. ve Mauri, M., 2011. Novel antifouling agentzinc pyrithione: Stress induction and genotoxicity to the marine mussel Mytilus galloprovincialis. Aquatic Toxicology, 102,1-2, 39–47.

14. Goka, K., 1999. Embryotoxicity of zinc pyrithione, an antidandruff chemical, in fish. Environmental Research, 81,1, 81-83.
15. Rezania, S., Park, J., Din, M. F. M., Taib, S. M., Talaiekhozani, A., Yadav, K. K., & Kamyab, H. 2018. Microplastics pollution in different aquatic environments and biota: A review of recent studies. Marine pollution bulletin, 133, 191-208.
16. Malik DS, Maurya PK, Kumar H. 2015. Alteration in haematological indices of Heteropneustis fossilis under stress heavy metals pollution in the Kali river, Uttar Pradesh, India. Int J Curr Res 7:15567– 15573.
17. Pimpao, C. T., Zampronio, A. R., & De Assis, H. S. 2007. Effects of deltamethrin on hematological parameters and enzymatic activity in Ancistrus multispinis (Pisces, Teleostei). Pesticide Biochemistry and Physiology, 88(2), 122-127.
18. Bantu, N. A., Zenebehagos, Z., & Chaitanya, K. 2017. Toxic effect of profenofos on blood parameters in the freshwater fish, Labeo rohita (Hamilton). Innovate International Journal of Medical & Pharmaceutical Sciences, 2(2), 14-8.
19. Tabbaa, Mahmmoud M. *Pyrithione Zinc effect on Cancer Cell Proliferation and Viability*. 2017. Bachelor's Thesis. Ohio University.
20. Hess, David A.; Rieder, Michael J. The role of reactive drug metabolites in immune-mediated adverse drug reactions. *Annals of Pharmacotherapy*, 1997, 31.11: 1378-1387.
21. Ramaıah, Shashi K.; Nabıty, Mary B. Blood and Bone marrow toxicity. *Vet Toxicol: Basic Clin Principles*, 2011, 277.
22. Guyton, Arthur C.; Hall, John E. Textbook of Medical physiology 11 th Edition. *Rio de*, 2006.
23. Rahman, Irfan, et al. Ergothioneine inhibits oxidative stress-and TNF-α-induced NF-κB activation and interleukin-8 release in alveolar epithelial cells. *Biochemical and biophysical research communications*, 2003, 302.4: 860-864.
24. Tımbrell, John A. *Principles of biochemical toxicology*. CRC press, 2008.
25. Rudolf, Emil; Červınka, Miroslav. Zinc pyrithione induces cellular stress signaling and apoptosis in Hep-2 cervical tumor cells: the role of mitochondria and lysosomes. *Biometals*, 2010, 23.2: 339-354.
26. Pınho-Rıbeıro, Felipe A., et al. Pyrrolidine dithiocarbamate inhibits superoxide anion-induced pain and inflammation in the paw skin and spinal cord by targeting NF-κB and oxidative stress. *Inflammopharmacology*, 2016, 24.2: 97-107.
27. Lee, Jie-Jen, et al. Blocking NF-κB activation may be an effective strategy in the fever therapy. *The Japanese journal of physiology*, 2003, 53.5: 367-375.
28. Min, Byung-Hwa, et al. Waterborne zinc pyrithione modulates immunity, biochemical, and antioxidant parameters in the blood of olive flounder. *Fish & Shellfish Immunology*, 2019, 92: 469-479.
29. Prıestley, G. C.; Brown, J. C. Acute toxicity of zinc pyrithione to human skin cells in vitro. *Acta dermato-venereologica*, 1980, 60.2: 145-148.
30. Skrıpkın, Yu K., et al. Activated zinc pyrithione. Mechanism of action. Clinical application. *Russian Journal of Allergy*, 2007, 4.3: 70-75.
31. Prasad, Versha; Sharma, Digvijay; Verma, Suman Lata. Peripheral Blood Smear Examination: An Overview. *Webology*, 2022, 19.2.
32. Abbas, Abul K.; Lıchtman, Andrew H.; Pıllaı, Shiv. *Cellular and Molecular Immunology, 10e, South Asia Edition-E-Book*. Elsevier Health Sciences, 2021.
33. Chen, Linlin, et al. Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget*, 2017, 9.6: 7204.
34. Lınd, Stuart E.; Park, Jong Sung; Drexler, John W. Pyrithione and 8-hydroxyquinolines transport lead across erythrocyte membranes. *Translational Research*, 2009, 154.3: 153-159.

35. Rajput, Vishal; Shah, Ahasanul Karim. Study on hematological parameters os snow trout exposed to zinc pyrithione (ZnPT) at sub-lethal concentration. *Octa Journal of Biosciences*, 2020, 8.2: 73-77.
36. Gordon, Steven C. Toxicological evaluation of ammonium 4, 8-dioxa-3H-perfluorononanoate, a new emulsifier to replace ammonium perfluorooctanoate in fluoropolymer manufacturing. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2011, 59.1: 64-80.
37. Klaassen, Curtis D., et al. (ed.). *Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons*. New York: McGraw-Hill, 2013.
38. Marder, Victor J., et al. *Hemostasis and thrombosis: basic principles and clinical practice*. Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
39. Kaushansky, Kenneth. Thrombopoietin and the hematopoietic stem cell. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, 1998, 92.1: 1-3.
40. George, James N.; Aster, Richard H. Drug-induced thrombocytopenia: pathogenesis, evaluation, and management. *ASH Education Program Book*, 2009, 2009.1: 153-158.

YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİNDE DİJİTAL PAZARLAMA STRATEJİLERİNİ ETKİLEYEN YAPAY ZEKA DESTEKLİ UYGULAMALAR VE YÖNTEMLER

ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED APPLICATIONS AND METHODS AFFECTING DIGITAL MARKETING STRATEGIES IN MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS

Küçük Mustafa HAYTA

Yüksek Lisans Öğrencisi, Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü

Cihan BAYRAKTAR

Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi, Eskipazar Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü

ÖZET

Teknolojinin gelişimi ve şirketlerin internet kanalları aracılığıyla hedef kitleye ulaşma imkanları, marka tanınırlığı oluşturmaları, satış hedeflerini yakalamak ve planlamak gibi süreçleri dijital pazarlamada önemli bir dönüşüm sağlamıştır. Bu dönüşüm sürecinin en etkili unsurlarından birisi de yapay zeka teknolojileridir. Birçok alanda olduğu gibi dijital pazarlama alanında da yapay zeka etkili olmaktadır. Günümüz yapay zeka teknolojileri sayesinde dijital pazarlama alanında; SEO optimizasyonları, anahtar kelime analizleri, reklam stratejilerinin oluşturulması, içerik üretimi, sanal asistanlarla müşteri iletişimi, trendlerin tespiti, müşteri deneyimlerine bağlı kişiselleştirme olanakları, reklam metinlerinin optimizasyonu gibi pazarlama stratejileri uygulanabilmektedir. Yönetim bilişim sistemleri bu teknolojilerin kurumsal yapılara entegre edilmesinde kritik bir rol oynamakta; veri yönetimi, analitik altyapı, karar destek mekanizmaları ve süreç otomasyonu gibi temel alanlarda yapay zeka temelli yaklaşımların uygulanabilirliğini sağlamaktadır. Bu doğrultuda çalışmanın amacı; dijital pazarlama stratejilerini şekillendiren yapay zeka destekli uygulama ve yöntemleri yönetim bilişim sistemleri bakış açısıyla incelemek ve bu teknolojilerin işletmelerin pazarlama karar süreçlerine etkilerini değerlendirmektir. Çalışma kapsamında dijital pazarlama stratejilerinin kavramsal temeli açıklanarak Google Ads Smart Bidding, Google Analytics 4 (GA4), Meta Advantage+, GPT-5 ve Gemini gibi günümüzde kullanılan yapay zeka uygulamalarının dijital pazarlama alanındaki kullanımları ve yöntemleri yönetim bilişim sistemleri açısından incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Yönetim Bilişim Sistemleri, Dijital Pazarlama Stratejileri, Yapay Zeka.

ABSTRACT

The advancement of technology and companies' ability to reach their target audience through internet channels has brought about a significant transformation in digital marketing, enabling them to build brand awareness, achieve sales targets, and plan effectively. One of the most effective elements of this transformation process is artificial intelligence (AI) technology. As in many other fields, AI is also effective in the field of digital marketing. With today's artificial intelligence technologies in the field of digital marketing, marketing strategies such as SEO optimization, keyword analysis, advertising strategy development, content creation, customer communication with virtual assistants, trend identification, personalization options based on customer experiences, and advertising text optimization can be

implemented. Management information systems play a critical role in integrating these technologies into corporate structures; they ensure the applicability of AI-based approaches in fundamental areas such as data management, analytical infrastructure, decision support mechanisms, and process automation. Accordingly, the aim of this study is to examine AI-supported applications and methods that shape digital marketing strategies from a management information systems perspective and to evaluate the impact of these technologies on businesses' marketing decision-making processes. In this study, the conceptual basis of digital marketing strategies will be explained, and the uses and methods of artificial intelligence applications currently in use, such as Google Ads Smart Bidding, Google Analytics 4 (GA4), Meta Advantage+, GPT-5, and Gemini, in the field of digital marketing will be examined from the perspective of management information systems.

Keywords: Management information systems, digital marketing strategies, artificial intelligence.

1. GİRİŞ

Yönetim bilişim sistemleri temel olarak; ihtiyaçları karşılamak üzere bilgi toplama, bilgi aktarımı ve bilgi sunuşunu optimize eden veri tabanları ve bilgi akışlarının entegre yapısı olarak tanımlanabilir [1]. Yönetim bilişim sistemleri verinin toplanması, işlenmesi, analiz edilmesi ve yöneticilere anlamlı bilgi olarak sunulmasını sağlayan teknolojik ve yönetimsel bileşenleri bir araya getirir. Tipik bir yönetici zamanının %80 'ini bilgiyi işleme ve iletme ile harcar [2]. Geleneksel karar verme modelleri arasında; rasyonel karar verme modeli, sınırlı rasyonalite ve artırmacı model, karma tarama yöntemi gibi yöntemler yer alır [3]. Her geçen gün artan belirsizlikler ve rekabet dinamiklerinin değişmesi karar süreçlerini de etkileyerek yöneticilerin veri analitiğine, tahmine dayalı modellere ve otomatikleşebilen süreçlere olan ihtiyaçlarını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda yönetim bilişim sistemleri yöneticilere veri analizi, tahmine dayalı modeller gibi sistemler aracılığıyla karar desteği sağlamaktadırlar. Günümüz bilgi çağında gelişen internet ve yapay zeka teknolojileri sayesinde işletmeler; çevrimiçi kanalları kullanarak hedef kitleye ulaşmaya, marka tanınırlığını oluşturmaya, müşteri etkileşimini ve satışlarını arttırmaya yönelik çalışmalar yapmaktadırlar [4]. İşletmeler, kamu kurumları, sivil toplum kuruluşları ve meslek odaları olarak faaliyet gösteren her türlü kuruluş yapay zeka destekli dijital pazarlama stratejilerinden faydalanmaktadırlar. Kuruluşlar için yapay zeka teknolojileri pazarlama alanında stratejik çözümler sunmaktadır. Bu çözümler arasında [5]; sanal asistanlar müşterilerin sorunları daha hızlı yanıtlamak ve zaman, kaynak tasarrufu sağlamak için, içerik oluşturma, kişiselleştirme, arama motoru optimizasyonu, veri analitiği gibi yapay zeka destekli sistemler, işletmelere ve pazarlama alanına belge yönetimi, pazar analizi, satış, fiyat tahmini, lojistik ve araştırma-geliştirme çalışmaları gibi tekrarlayan süreçler sağlamak için kullanılmaktadırlar. Tüm bu sistemler yönetim bilişim sistemlerine entegre olarak yöneticilerin reklam ve müşteri etkileşim stratejileri oluşturmaları, gerçek zamanlı optimizasyon sağlamaları, veri toplama gibi karar verme süreçlerinde etkili rol oynamaktadırlar.

2. DİJİTAL PAZARLAMA STRATEJİLERİ

Dijital pazarlama; sosyal medya, internet, arama, mobil uygulama ve e-posta pazarlaması gibi çevrimiçi pazarlama stratejilerinden yararlanarak ürün ve hizmetleri tanıtma ve satma eylemidir [6]. Dijital pazarlama stratejileri; işletmelerin rekabet ortamında avantaj sağlayabilmesi için çevrimiçi tüketici davranışlarını anlamak, çok kanallı etkileşim süreçlerini optimize etmek ve kişiselleştirilmiş pazarlama olanakları geliştirmek amacıyla veri odaklı karar verme sürecini temel alır. Özellikle yapay zeka temelli analiz yöntemleri karar verme süreçlerinde tüketici davranışlarının öngörülmesini, hedef kitle segmentasyonunun hassaslaştırılmasını ve kişiselleştirilmiş içerik üretiminin otomatikleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Hedef kitlenin ihtiyaçlarını, isteklerini ve tutumlarını çeşitli yöntemlerle analiz etmek için birçok pazarlamacı yapay zeka destekli dijital pazarlama sistemlerini tercih etmektedir [7]. Literatür çalışmaları da dijital stratejilerin içerik uyumluluğu, hedef kitle segmentasyonu ve ölçülebilir performans göstergeleri üzerine kurgulandığını göstermektedir. “Dijital Pazarlamada Yapay Zekâ Kullanımı: Sohbet Robotu (Chatbot)” isimli çalışmada Kuruca ve arkadaşları e-ticarette sohbet robotları kullanılarak müşterilerin soru ve şikayetlerinin alınması konusunda inceleme yapmışlardır [8]. Bir başka

çalışmada Başev "Yapay Zekâ Destekli Kişiselleştirilmiş Reklamların Türkiye'de Tüketici Güvenine Etkisi: Yapısal Eşitlik Modellemesi Yaklaşımı" isimli araştırmasıyla yapay zeka destekli kişiselleştirilmiş reklamların tüketici güvenine etkisini yapısal eşitlik modellemesi yaklaşımıyla çevrimiçi anket yöntemiyle incelemiştir [9]. 2025 yılına ait bir başka çalışmada araştırmacı "Enhancıng Market Competitiveness Through AI-Powered Seo And Digital Marketing Strategıes In E-Commerce" isimli araştırmasıyla yapay zeka teknolojisinin e-ticaret ortamlarında arama motoru optimizasyonu (SEO) ve dijital pazarlama stratejilerinde kullanılmasıyla pazar rekabet gücünü nasıl artırdığını sistematik olarak incelemiştir [10]. Joshi ve arkdaşlarının "Harnessing the potential of generative AI in digital marketing using the Behavioral Reasoning Theory approach" isimli çalışmasında; araştırmacılar dijital pazarlamada üretken yapay zeka kullanımına ilişkin davranışsal akıl yürütme teorisinden yararlanarak müşteri deneyimlerinin iyileştirilmesine yönelik kavramsal bir model oluşturmuşlardır [11]. Literatürde yer alan dijital pazarlama ve yapay zeka konulu çalışmalar göstermektedir ki; yeni pazarlama stratejileri kurabilmek için veri toplamak ve analiz etmek gerekmektedir.

Dijital pazarlama stratejilerini desteklemek ve geliştirmek için şirketler ve kurumlar gibi kuruluşların belirlediği stratejiler iş stratejileriyle uyumlu olmalıdır ve bu doğrultuda hedefler koymalıdırlar [12]. Dijital pazarlama stratejisi oluşturmak için şu adımlar takip edilebilir [13];

- Markayı tanımlamak
- Hedef kitleyi belirlemek
- Ölçülebilir, ulaşılabilir, gerçekçi ve zamanında hedefler oluşturmak
- Dijital pazarlama bütçesinin belirlenmesi
- Beyin fırtınası yapmak
- Kampanyalar başlatmak
- Sonuçları izlemek.

Modern dijital pazarlama stratejileri, yalnızca iletişim odaklı uygulamalardan ziyade veriye dayalı, sürekli öğrenen ve müşteri deneyimini bütüncül biçimde şekillendiren sistematik modeller olarak konumlanmaktadır. Bu bağlamda dijital pazarlama stratejileri, teknoloji entegrasyonu ve veri temelli karar verme süreçleriyle birlikte işletmelerin sürdürülebilir büyüme politikalarının temel bileşenlerinden biri haline gelmiştir.

3. DİJİTAL PAZARLAMADA YAPAY ZEKA DESTEKLİ UYGULAMALAR

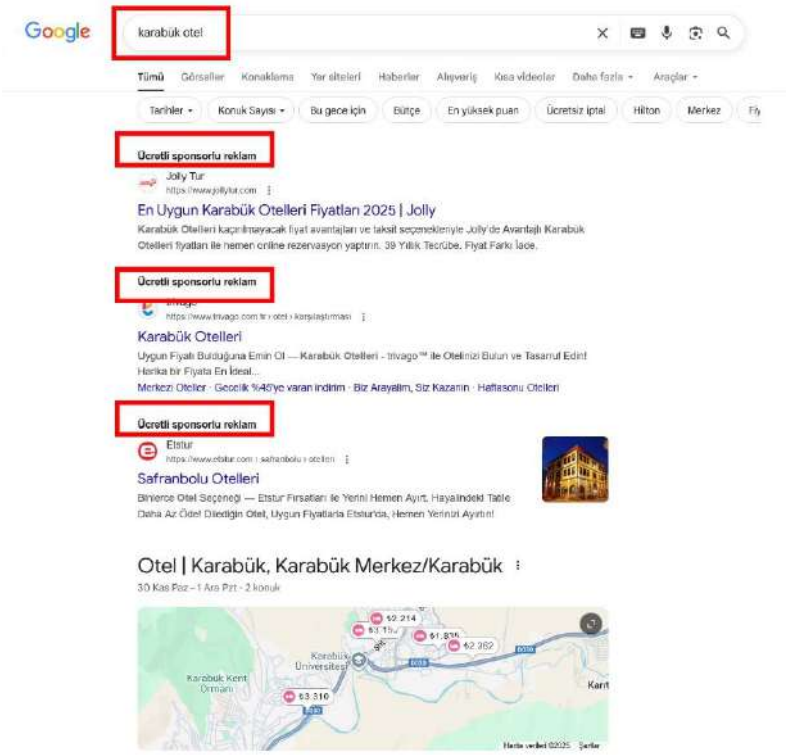
Dijital pazarlama alanında yapay zeka teknolojilerinin kullanımı internet reklamcılığı, web ziyaretçilerinin analitiğinin yapılması, sosyal medya reklamlarının yönetilmesi, seo/içerik/reklam metinleri vb. için asistan kullanımı gibi işlemlerde veri oluşturmak ve pazarlama stratejileri kurmak için önemli etkenlerdir. Özellikle işletmelerin müşteri davranışlarını analiz etme, kişiselleştirilmiş deneyimler sunma ve pazarlama stratejilerini optimize etme süreçlerinde işletmelerin hem kampanya etkinliğini artırmasına hem de müşterilerinin yaşam boyu değerini daha doğru tahmin etmesine katkı sağlamaktadırlar. Örneğin; yapay zeka destekli öneri sistemleri müşterilerin geçmiş deneyimleri ve etkileşimleri üzerinden verilerini işleyerek bireyselleştirilmiş ürün önerisi sunabilirken pazarlama otomasyon araçları da gerçek zamanlı müşteri tepkilerini analiz ederek stratejik kararların hızını ve doğruluğunu artırabilmektedirler. Bu kapsamda yapay zeka destekli dijital pazarlama uygulamalar rekabet avantajını sürdürülebilir hale getirmektedirler.

3.1. Google Ads Smart Bidding

Google Ads, işletmelerin müşterileriyle bağlantı kurmasına yardımcı olan bir çevrimiçi reklamcılık aracıdır. Google Ads kullanılarak, anahtar kelime, konum, demografik bilgiler vb. seçilerek müşteri grupları hedeflenebilir; günlük, aylık veya reklam başına maliyetler belirlenerek bütçe kontrol edilebilir ve raporlar kullanılarak performans ölçülebilir [14]. Akıllı teklif yöntemini makine öğrenimi ile kullanarak tekliflerin otomatik şekilde ayarlanmasını sağlar. Yapay zeka algoritmaları, kullanıcı ilgilerine uyum sağlayan dinamik reklamlar oluşturmaya yardımcı olarak reklam bütçesinin en iyi sonuçları elde etmek için özelleştirilmesini sağlar [15]. Farklı reklam türleri ile reklam vermek isteyenlerin Google arama motorunda, web sitelerinde, internet uygulamalarında ve platformalrında reklam vermelerini sağlar. Google Ads'in beş adet reklam kampanyası modeli vardır; arama ağı

reklamları, görüntülü reklam ağı (display), alışveriş reklamları, video reklamları ve evrensel uygulama reklamlarıdır [16].

- **Arama ağı reklamları:** Arama motorlarında kelime, soru veya konu vb. bazlı yapılan aramalar sonucu anahtar kelimelere dayalı çıkan reklamlardır [17]. Arama motorunda yapılan aramalarda arama motoru sonuç sayfasının üst sıralarında anahtar kelimelerle ilişkili olarak sponsor bağlantılar reklam ibaresi ile birlikte üst sıralarda listelenirken devamında organik sonuçlar listelenmektedir [18]. Örneğin; bir kullanıcı arama motoruna "Karabük otel" yazdığında listelenen sonuçların en üstünde diğer tüm web sayfalarından önce reklam veren web sayfaları ücretli sponsorlu reklam ibaresi ile birlikte listelenmektedir. Hangi reklamın üst sırada sonuçlanacağını yapay zeka destekli algoritmalar reklam verilen anahtar kelimeler için teklif edilen fiyatları dikkate alarak belirlemektedirler.



Şekil 1. Arama motoru reklam görseli

Arama ağı reklamları işletmelerin dijital pazarlama kapsamında en çok tercih ettikleri etkili reklam modelidir.

- **Görüntülü reklam ağı (display):** Görüntülü reklamlar, işletmelerin reklamını yapmak istediği konuda reklam içeriğinin web siteleri, sosyal medya platformları ve mobil uygulamalar aracılığıyla kullanıcılara ulaştırıldığı dijital reklam türüdür. Genel olarak bu reklam türü metin, logo, amblem, video, animasyon vb. görsel tasarımlar aracılığıyla gerçekleştirilir. Görüntülü reklam türleri; banner reklamlar, zengin medya reklamları, video reklamları ve geçiş reklamları olarak görülmektedir [19].

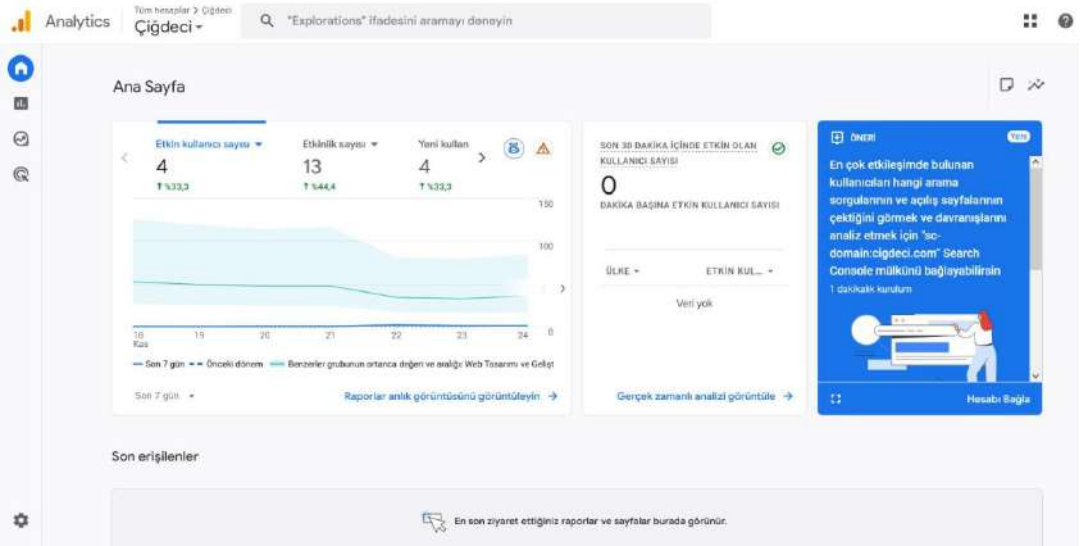
- **Alışveriş reklamları:** Google arama ağı üzerinde kullanıcıların yaptıkları aramalarla işletmelerin satışını yaptıkları ürünlerin eşleşmesi durumunda satışı yapılan ürüne ait isim, başlık, resim, fiyat, mağaza adı gibi bilgilerin gösterildiği bir yayınlanmaktadır ve bu reklam türüne alışveriş reklamları denilmektedir [20]. E-ticarette önemli bir yeri olan alışveriş reklamları birçok büyük e-ticaret şirketi tarafından oldukça yaygın tercih edilmektedir.

- **Video reklamları:** Videolar aracılığıyla internet ortamında marka, hizmet, ürün vb. tanıtımların yapıldığı reklam türüdür. Genel olarak yayınlanan videonun öncesi, ortası veya sonunda yer alırlar. Video reklamlar genel olarak pre-roll, mid-roll ve post-roll video reklamlar olarak yayınlanmaktadırlar [21, 22].

- **Evrensel uygulama reklamları:** Google Ads'de yer alan reklam türüdür. Uygulamaların reklamını yapmak isteyen şirketler için oluşturulmuş olan bu reklam türü hedefleme yapmaksızın Android ve iOS uygulamaları arama ağı, görüntülü reklam, Youtube ve Google Play'de gösterilmesini sağlar [16].

3.2. Google Analytics 4 (GA4)

Analitik, verilerin belirli ölçüm yöntemleriyle hesaplanarak analiz edilmesidir. Veri analitiği, verilerin değerlendirilmesi ve bu verilerin sonuçlarıyla fayda sağlayacak bilgiler elde edilmesini sağlar [23]. Bir web analitiği olan Google Analytics hem internet ortamında hem mobil uygulamalarda verileri toplama ve analiz etme özelliğine sahiptir. Her ölçekte şirket veri analizi yapabilir. Günümüzde web analitiği konusunda şirketler çapraz platform izleme (cross-platform tracking), müşteri temas noktalarında kullanıcı odaklı analiz (user-centric analysis across customer touchpoints) ve sürekli değişen küresel veri gizliliği standartlarına uyum (compliance with ever-changing global data privacy standarts) talep edilmektedir. GA4 (Google Analytics 4) bu kapsamda tüm pazar taleplerine; çapraz platform izleme, müşteri temas noktalarında kullanıcı odaklı analiz ve sürekli değişen küresel veri gizliliği standartlarına uyum ile çözümler sunmaktadır [24].



Şekil 2. Google Analytics 4 kullanıcı arayüzü

GA4 web sayfalarına yerleştirilen kod ile çektiği verilerin web sitesi hakkında önemli bilgiler vermesini sağlar [25]. Web sitesi ziyaretçi sayısı, ortalama oturum süresi, kullanıcı davranışları, reklam ve pazarlama başarı oranı gibi verileri GA4 ile ölçülebilir. Tablo 1'de GA4'ün veri kategorileri gösterilmektedir.

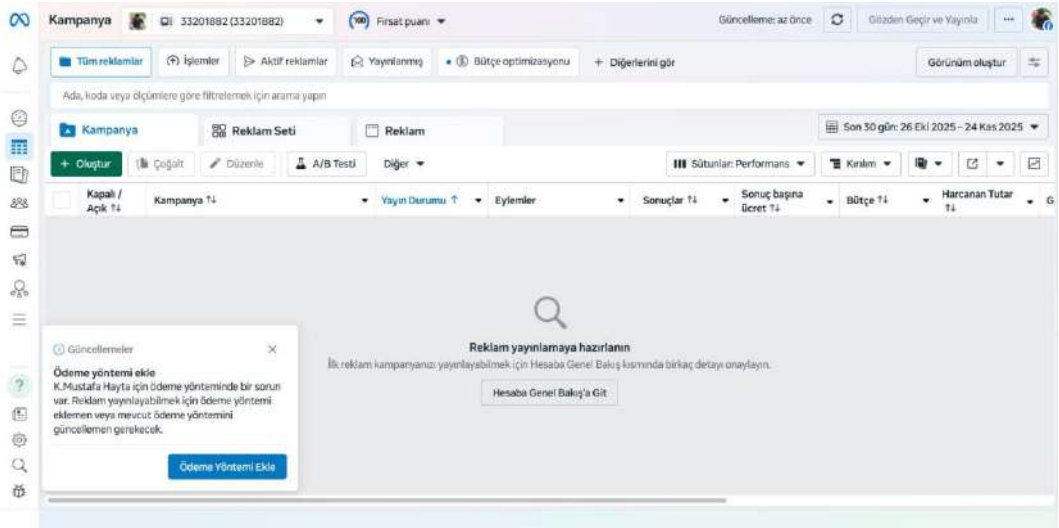
Tablo 1. GA4 veri kategorileri tablosu [26].

Ana Kategori	Alt Kategori / Rapor	Açıklama
Realtime (Gerçek Zamanlı)	Realtime Overview	Anlık aktif kullanıcı sayısı, konumlar, trafik kaynakları, etkileşimler.
Acquisition (Edinme)	User Acquisition	Yeni kullanıcıların hangi kaynaklardan geldiği.
	Traffic Acquisition	Oturumların kaynak/medium bazında dağılımı.
	Campaigns	Kampanya, reklam ve yönlendirme performansı.
	Google Ads Reports	GA–Ads entegrasyonu varsa reklam performansı.
Engagement (Etkileşim)	Events	Sitede gerçekleşen tüm kullanıcı etkileşimleri (scroll, klik, form, video vb.).
	Conversions	Tanımlanmış dönüşümler (satın alma, lead, signup vb.).
	Pages and Screens	Sayfa/screen bazında görüntülenme, etkileşim süresi, çıkma oranı.
	Landing Pages	Kullanıcıların siteye giriş yaptığı sayfaların performansı.
	User Engagement	Kullanıcıların ortalama etkileşim süresi, aktif oturumlar.
Monetization (Gelir)	E-commerce Purchases	Ürün bazlı satın alma performansı.
	In-App Purchases	Uygulama içi satın almalar.
	Publisher Ads	Reklam gösterimleri ve gelirleri.
	Checkout Behavior	Sepet–ödeme aşamalarının analizi.
Retention (Kullanıcı Tutma)	Retention Overview	Yeni ve geri dönen kullanıcı analizi.
	Returning Users	Kullanıcıların siteye geri dönüş oranları.
	Cohort Analysis	Kullanıcı gruplarının zaman içindeki davranış analizi.
User (Kullanıcı)	Demographics	Yaş, cinsiyet, ilgi alanları, ülke/şehir.
	User Attributes	Kullanıcıların özellik ve davranış profili.
Tech (Teknoloji)	Tech Overview	Cihaz, işletim sistemi, tarayıcı kullanımı.
	Device Category	Mobil–desktop–tablet dağılımı.
	Platform / OS	Windows, iOS, Android vb. kullanım oranları.
	Browser	Chrome, Safari, Firefox vb. dağılım.
Explore (Keşfet)	Free-Form Analysis	Özel detaylı rapor oluşturma.
	Funnel Exploration	Dönüşüm hunisi analizi.
	Path Exploration	Kullanıcı yol haritası (hangi sayfadan nereye).
	Segment Overlap	Kitle karşılaştırma analizi.
	Cohort Exploration	Kullanıcı grupları zaman analizi.
Advertising (Reklam)	Attribution	En etkili trafik kanalını belirleyen atıf modelleri.
	Conversion Paths	Kullanıcıların dönüşüme giden yol zincirleri.
	Model Comparison	Farklı atıf modelleri karşılaştırmaları.

Ana Kategori	Alt Kategori / Rapor	Açıklama
	ROAS & Ads Performance	Reklam harcamasının getirisi.
Admin (Yönetim)	Events Setup	Etkinlik tanımlama/dönüştürme.
	Conversions Setup	Dönüşüm oluşturma ve izleme.
	Audiences	Hedef kitle oluşturma.
	Data Streams	Web ve uygulama veri akışları.
	Integration	Google Ads, BigQuery gibi bağlantılar.

3.3. Meta Advantage+

Meta Advantage+ [27]; Meta'nın yapay zeka destekli reklam otomasyon paketidir ve makine öğrenimini kullanarak Facebook ve Instagram kampanyalarında hedef kitle belirleme, kreatif testler ve bütçe tahsisini optimize eder. Ayrıca manuel kampanya yönetimine kıyasla sonuç başına maliyeti %44'e kadar azaltmaya yardımcı olmak üzere tasarlanmıştır.



Şekil 3. Meta Advantage+ Facebook arayüzü [28].

3.4. GPT-5

Büyük dil modelleri, basit cümle tamamlama araçlarından, akıl yürütme, kodlama ve çok modlu etkileşim yeteneklerine sahip sofistike sistemlere hızla evrimleşmiştir. GPT'ler; hızlı evrimi, doğal dil işlemede devrim yaratarak modellerin tutarlı metinler üretmesini, matematik problemlerini çözmesini, kod yazmasını ve hatta karmaşık görevler hakkında akıl yürütmesini mümkün kılmıştır. GPT serisi yedi yıllık bir süre içinde gelişmiştir ve her nesil daha büyük parametre sayıları, daha uzun bağlam pencereleri ve gelişmiş akıl yürütme yetenekleri sunmuştur (Tablo 3) [29].

Tablo 3. Önemli GPT modellerinin ve bunların temel yeniliklerinin zaman çizelgesi* [29].

Yıl	Model	Önemli Yenilikler
2018	GPT-1	İlk transformatör tabanlı üretken dil modeli; kitaplar ve web metinleri üzerinde eğitilmiştir. Temel tutarlı metin üretimi sergilemiştir.
2019	GPT-2	1,5 milyar parametreye çıkarıldı; güçlü sıfır atış yeteneği gösterdi ancak kötüye kullanım endişelerini artırdı ve tam sürümün yayınlanmasını geciktirdi.

2020	GPT-3	175 milyar parametre; az sayıda örnekle öğrenme ve acil davranışlar sergiledi. API tabanlı dil hizmetlerinin yaygın olarak benimsenmesini teşvik etti.
2022	ChatGPT (GPT-3.5)	İnsan geri bildirimlerinden elde edilen pekiştirme öğrenimi ile diyalog için ince ayarlanmış versiyon; geliştirilmiş güvenlik ve konuşma kalitesi.
2023	GPT-4	Metin ve görüntüleri işleyen multimodal model; gelişmiş muhakeme ve düşünce zinciri yetenekleri sergiledi. Analogi görevlerinde ve bilişsel testlerde güçlü performans gösterdi.
2024	GPT-4o	Daha hızlı üretim ve entegre ses ve görüntü modaliteleri ile optimize edilmiş varyant; gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılır.
2025	GPT-5	Hiyerarşik yönlendirme (hızlı ve akıl yürütme modelleri), gelişmiş araç kullanımı ve API aracılığıyla 400 bin token bağlamı içeren birleşik sistem; Base, Mini, Nano ve Pro varyantlarında mevcuttur.
2025	GPT-OSS	Apache 2.0 lisansı altında yayınlanan açık ağırlıklı uzman karışımı modelleri (toplam 20 B ve 120 B parametre); 128k bağlamı destekler ve tüketici GPU'larında çalışabilir.

* Yıllar, kamuya açık sürüm tarihlerini ve özellikleri ifade eder. Parametre sayıları, ilerlemenin ölçeğini göstermek için yaklaşık değerlerdir.

GPT-5 doğal dil anlama ve üretme kapasitesiyle markaların kişiselleştirilmiş içerik üretimini ölçeklendirmesine, kullanıcı davranışı verilerinin, sosyal medya etkileşimlerinin ve kampanya performansı metriklerinin değerlendirilmesine olanak tanıyarak pazarlama stratejilerinin gerçek zamanlı ve dinamik şekilde optimizasyonunu gerçekleştirebilir.

3.5. Gemini

Gemini; ses, metin, görüntü, video gibi farklı formattaki içerikleri anlayabilen ve programlama kodları, görüntüler, senaryolar, sesler, müzikle, videolar üretebilen bir yapay zeka yazılımıdır [5]. Ultra, pro ve nano olarak üç farklı modeli vardır [30]. Gemini'nin geniş bağlam anlayışı, tüketici davranışlarını çoklu veri kaynaklarından eş zamanlı analiz etmeyi kolaylaştırarak kişiselleştirilmiş pazarlama stratejilerinin geliştirilmesine katkı sunmaktadır. Ayrıca modelin multimodal kapasitesi; ürün görsellerinden duygu analizi, reklam materyallerinden performans kestirimi ve kullanıcı etkileşimlerinden dönüşüm olasılığı tahmini gibi uygulamaların daha bütüncül bir yaklaşımla yürütülmesini mümkün kılmaktadır. Bu yönüyle Gemini, dijital pazarlama analitiğini yalnızca otomatikleştiren değil, aynı zamanda stratejik karar verme süreçlerini derinleştiren bir yapısal dönüşüm aracı olarak görülmektedir [31].

SONUÇ

Bu çalışma, yapay zekâ destekli dijital pazarlama araçlarının yönetim bilişim sistemleri üzerindeki etkilerini detaylı biçimde incelemiştir. İncelemeler; yapay zekânın dijital pazarlama stratejilerinin yalnızca operasyonel bileşenlerini değil, aynı zamanda stratejik karar süreçlerini de dönüştürdüğünü göstermektedir. Google Ads Smart Bidding, GA4, Meta Advantage+ ve büyük dil modelleri olan GPT-5 ile Gemini; işletmelerin veri analiz yeteneklerini destekleyip güçlendirmekte, hedefleme doğruluğunu artırmakta, bütçe yönetimini optimize etmekte ve içerik üretimi gibi süreçlerde yüksek verimlilik sağlamaktadır.

Yönetim bilişim sistemleri, birçok farklı sektör grubunda yapay zeka destekli dijital pazarlama stratejilerinin kullanılmasına imkan vermektedir. Yapay zekanın giderek gelişen rolü, şirketlerin stratejik karar alma süreçlerini daha öngörülebilir hale getirmektedir. Özellikle Google analitik gibi veri analizlerinin yapıldığı yapay zeka destekli yazılımlar yönetim bilişim sistemlerinde verilerin değerlendirilerek dijital pazarlamaya ilişkin karar alma süreçlerinde yeni stratejiler belirlenmesinde etkili rol oynamaktadır. Müşteri davranışlarının analiz edilmesi, pazarlama kampanyalarının optimizasyonu ve kişiselleştirilmiş kullanıcı deneyimlerinin üretilmesi, yönetim bilişim sistemleri açısından yapay zekanın sağladığı avantajlarla yöneticilere operasyonel verimlilik, rekabet avantajı ve kaynakların etkin kullanımı konusunda önemli katkılar sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

[1]. Özgen, H., & Yaçın, A. (1992). İşletmelerde «yönetim bilişim sistemi» ve yönetim kararlarında kullanılması. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(1), 249-264.

[2]. Uygun, Ö. (2002). Belediyelerde yönetim bilişim sistemleri. Sakarya University Journal of Science, 6(1), 119-128.

[3]. Kocaman, O. (2024). Yapay zekâ uygulamalarının kamu yönetiminde karar almaya etkisi. Yasama Dergisi, (49), 153-192.

[4]. Gündüzyeli, B. (2024). İşletmelerin dijital pazarlama stratejilerinde yapay zekâ yetkinliği. Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Alanında Uluslararası Araştırmalar XXVI, s.7.

[5]. Zeydan, İ. (2024). Yapay zekâ-pazarlama entegrasyonu: örnek uygulamalar. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 20 (ICMEB'24 Özel Sayı), 423-446.

[6]. Bağcı, E., Güvener, H. (2022). Geleneksel Pazarlamadan Dijital Pazarlamaya Geçiş Dijital Pazarlamanın Evrimi, Editör: Barış Armutcu, Bölüm 2: Dijital Pazarlama Kavramları ve Özellikleri. Eğitim Yayınevi.

[7]. Kietzmann, J., Paschen, J., & Treen, E. (2018). Artificial Intelligence in Advertising: How Marketers Can Leverage Artificial Intelligence Along the Consumer Journey. Journal of Advertising Research, 58(3), 263–267. https://doi.org/10.2501/JAR-2018-035

[8]. Kuruca, Y., Üstüner, M., & Şimşek, I. (2022). Dijital Pazarlamada Yapay Zekâ Kullanımı: Sohbet Robotu (Chatbot). Medya Ve Kültür, 2(1), 88-113.

[9]. Sinem Eyice Başev. (2025). Yapay Zekâ Destekli Kişiselleştirilmiş Reklamların Türkiye'de Tüketici Güvenine Etkisi: Yapısal Eşitlik Modellemesi Yaklaşımı. Social Sciences Studies Journal. Vol:11, Issue:9; pp:1584-1597. https://doi.org/10.5281/zenodo.17215368

[10]. Hasan, R. (2025). Enhancing Market Competitiveness Through AI-Powered Seo And Digital Marketing Strategies In E-Commerce. ASRC Procedia: Global Perspectives in Science and Scholarship, 1(01), 465-500. https://doi.org/10.63125/31tpjc54

[11]. Joshi, S., Bhattacharya, S., Pathak, P., Natraj, N. A., Saini, J., & Goswami, S. (2025). Harnessing the potential of generative AI in digital marketing using the Behavioral Reasoning Theory approach. International Journal of Information Management Data Insights, 5(1), 100317. https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2024.100317

[12]. Kaya, K. L. (2023). Firmaların Dijital Pazarlama Stratejilerinin Dijital Pazarlama Faaliyetleri Aracılığı İle Pazarlama Performansına Etkisi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi. Adana.

[13]. Gedik, Y. (2020). Pazarlamada Yeni Bir Pencere: Dijital Pazarlama. Journal of Business in The Digital Age, 3(1), 63-75. https://doi.org/10.46238/jobda.726408

[14]. B. K. Pak, B. Mocan, S. Y. Yoldaş and N. Baz, "Development of Autonomous Intelligent System for Google Ads," 2018 Thirteenth International Conference on Digital Information Management (ICDIM), Berlin, Germany, 2018, pp. 102-107, doi: 10.1109/ICDIM.2018.8847128.

[15]. Şaylan, O., Taşkın, E., & Abdulwahid, O. I. A. (2025). Yapay Zekanın Dijital Pazarlama Stratejileri Üzerindeki Etkisi: Kavramsal Bir Çalışma. Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Çalışmalar Dergisi, 6(1), 350-367. https://doi.org/10.62001/gsijses.1687324

[16]. Koçer, S., Yılmaz, A. (2019). İnternet Reklamları Yapım Süreci: Google Reklamları Üzerine Bir İnceleme. Kocaeli Üniversitesi İletişim Fakültesi Araştırma Dergisi (13), 10-37.

[17]. Bircan, B. (2019). Dijital Pazarlamada İnternet Reklamcılığının Marka Bilinirliğine Etkisi Üzerine Bir Araştırma: Google Adwords. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

[18]. Aksakal, E. (2020). Çevrim İçi Reklamcılıkta Pazar Tanımı ve Muhtemel Rekabetçi Endişeler. Rekabet Kurumu uzmanlık Tezleri Serisi No:174. Rekabet Kurumu Baskısı, Ankara. Erişim Linki: https://www.rekabet.gov.tr/Dosya/uzmanlik-tezleri/14-emircan-aksakal-20200923173554208-pdf (Erişim Tarihi: 24.11.2025).

[19]. Kaya, R., & Bayat, M. (2022). Çevrimiçi dünyada yükselen bir trend: Display (görüntülü) reklamlar. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 21(82), 759-770.

[20]. Berki, A. (2019). Dijital Pazarlama Uygulamalarının Satış ve Marka Bilinirliğini Arttırmaya Yönelik Etkisinin Değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi İletişim Fakültesi Medya ve İletişim Araştırmaları Hakemli E-Dergisi, (5), 136-170.

[21]. Ozan, E. (2024). Yayın İçi Video Reklamlarına Yönelik Düşünceler Açısından Y ve Z Kuşakları Arasındaki Farklılıklar. Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 12(2), 457-474. https://doi.org/10.52122/nisantasisbd.1469189

[22]. Özel, S. (2021). Bir Reklam Biçimi Olarak Preroll Video ve Youtube Kullanıcılarının Preroll Video Reklamlara Yaklaşımı. Selçuk İletişim, 14(3), 1311-1340. https://doi.org/10.18094/josc.861924

[23]. Ekinci, K., Karaboğa, K., & Karaboğa, E. N. C. (2023). Restaurant İşletmelerinde Web Analitiklerinin Kullanımı: Google Analitik Örnek Uygulaması Değerlendirmesi. Necmettin Erbakan Üniversitesi GastroMedia Dergisi (NEU GastroMedia), 39.

[24]. McGuirk, M. (2023). Performing web analytics with Google Analytics 4: a platform review. Journal of Marketing Analytics, 11(4), 854-868.

[25]. Şimşek, G. (2020). Google Analitik ve Turizm Endüstrisinde Uygulamaları. Gastroia: Journal of Gastronomy And Travel Research, 4(2), 287-299. https://doi.org/10.32958/gastoria.818295

[26]. Google Analytics. (2025). Google Analytics Yardım. URL: https://support.google.com/analytics?sjid=11290171265861744224-EU#topic=14090456 (Erişim Tarihi: 25.11.2025).

[27]. Nyembe, A. (2025). How to Use Meta Advantage+ to Cut Ad Costs by 44%. URL: https://madgicx.com/blog/advantage-plus (Erişim Tarihi: 25.11.2025).

[28]. Meta Advantage+ Facebook. (2025). URL: https://adsmanager.facebook.com/ (Erişim Tarihi: 25.11.2025).

[29]. Leon, M. (2025). GPT-5 and open-weight large language models: Advances in reasoning, transparency, and control. Information Systems, 102620.

[30]. Team, G., Anil, R., Borgeaud, S., Alayrac, J. B., Yu, J., Soricut, R., ... & Blanco, L. (2023). Gemini: a family of highly capable multimodal models. arXiv preprint arXiv:2312.11805. URL: https://arxiv.org/pdf/2312.11805 (Erişim Tarihi: 25.11.2025).

[31]. Kabir, S. M. H. (2025). Artificial Intelligence-Driven Marketing and Consumer Behavior: Balancing Sustainability and Profitability in the Digital Age. DOI: 10.51430/IJIRP.2025.511.004

ASSESSMENT OF RAINWATER HARVESTING SYSTEMS AND COMMUNITY PERCEPTIONS IN THE SOUTHWESTERN COASTAL BANGLADESH

Laila Anjum Eva

Department of Environmental Science and Geography, Islamic University, Kushtia 7003, Bangladesh
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-2721-8491

Iffat Ara*

Assistant Professor, Faculty of Sciences, Department of Environmental Science and Geography, Islamic University, Kushtia-7003, Bangladesh
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9073-4459

Shahin Ali

Department of Environmental Science and Geography, Islamic University, Kushtia-7003, Bangladesh
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-8701-3434

Rubaiatul Islam Zerin

Department of Environmental Science and Geography, Islamic University, Kushtia-7003, Bangladesh
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-0855-9966

Md. Akib Javed

Institute of Water Modeling(IWM),Dhaka-1203,Bangladesh,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1895-0544

Md. Anisul Kabir

Assistant Professor, Faculty of Sciences, Department of Environmental Science and Geography, Islamic University, Kushtia-7003, Bangladesh
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6638-1614

ABSRACT

In the southwestern coastal region of Bangladesh, where salinity intrusion and tidal surges make groundwater unsuitable, rainwater serves as a vital drinking water source. This study assesses rainwater harvesting system (RWHS) quality, operation, and maintenance practices, public perceptions of health risks, and local authorities involvement. Data were collected through two questionnaires from 66 respondents and observations of 55 RWHS across five unions in Koyra Upazila. After statistical analysis, findings reveal that most systems are well-equipped and maintained, exhibiting moderate to high hygiene standards. However, dust, leaves, rust, and excreta on catchment surfaces and storage tanks reduce hygiene levels. Despite following hygiene practices such as first flushing and component washing, 87.3% of systems showed microbial contamination potential, while 54.5% had chemical contamination, mainly due to dust and roofing materials. Water availability is a challenge, with 67% of respondents lacking year-round access, and relying on ponds and tube wells during shortages. About 84.8% do not treat water before consumption, often using simple sieving methods and the majority have no facility for microbial contamination even test and odor regularly. While 13.7% reported skin

allergies and respiratory issues, most perceived no significant health risks. Additionally, 13.6% noted occasional musty, rotten, or plastic odors in stored rainwater. Despite this, 95.5% believe rainwater is safer than other sources, and 84.8% see no seasonal risks. Local authorities' involvement in improving water quality is minimal, with 72.7% of respondents reporting no intervention. More than half expressed dissatisfaction with local governance in RWHS management. The findings highlight the need for improved maintenance, public awareness, and stronger local authority involvement to enhance the safety and sustainability of rainwater harvesting systems in coastal Bangladesh.

Keywords: Rainwater Harvesting System (RWHS), Water Quality, Health Risks, Community Perception, Local Governance.

Introduction

In Bangladesh, only 42.6% of people have access to clean drinking water(Hossain et al., 2021). The situation is particularly severe in the southwest coastal region. High salinity levels in soil and surface water, along with arsenic and iron contamination in shallow aquifers, greatly restrict the availability of safe water (Biswas & Mandal, 2014). Climate change worsens these issues. Rising sea levels, saltwater intrusion, and unpredictable rainfall disrupt local freshwater sources. Current water supply options, such as rain-fed pond water, pond sand filters (PSFs), and rainwater harvesting (RWH), offer only limited relief (Ashrafuzzaman, 2023). The southern coastal region, especially, sees significant rainfall, averaging around 2,500 mm annually. This region has suitable roof catchment conditions, which makes RWH a very promising solution for providing reliable drinking and cooking water to vulnerable coastal communities (Abdullah et al., 2024).

Rainwater harvesting is a cost-effective, sustainable, and water-efficient solution for communities in the southwestern coastal region of Bangladesh (Pari et al., 2021; Xu et al., 2020). However, rainwater can become contaminated with microbes and trace metals, especially in poorly built or poorly maintained systems. This contamination can lead to health risks (Sakati et al., 2025). Effective management is vital to maintain water quality. This includes regular cleaning of roofs, gutters, and storage tanks, the use of first-flush devices, checking for leaks, maintaining filters, sealing tanks to stop algae growth, and controlling mosquitoes (Dao et al., 2021; Moglia et al., 2016). Understanding how communities perceive, are aware of, and participate in the operation and maintenance of rainwater harvesting systems is crucial. This ensures system sustainability and protects public health in these vulnerable coastal communities (Ghosh, 2022).

Koyra, known to be the second-largest Upazila (subdivision) of Bangladesh, lies in the southern Khulna district. Geographically, it is situated in the country's coastal hydrogeological zone and coastal belt. High concentrations of iron (Fe), arsenic (As), and salinity have contaminated the shallow aquifer in this region (Das et al., 2021). Deep tubewells are rare and difficult to find in Koyra, while shallow tubewells are unfit for human consumption because of iron and salinity (Rakib et al., 2020). For this, the majority of locals use HRW for domestic and drinking purposes. However, microbial growth in storage tanks and chemical leaching from catchment materials can make preserved rainwater unsafe to drink. In addition, inadequate system management and maintenance, poor arrangement and condition of RWHS components, limited awareness of potential health risks, irregular monitoring, and minimal involvement from local authorities further exacerbate these risks in this area. Previous studies on rainwater harvesting in the southwestern coastal region of Bangladesh have primarily focused on drinking water quality (Mostafa et al., 2020; Rahman et al., 2019), water scarcity issues (Islam et al., 2010),

rainwater collection potential, and the effectiveness and sustainability of community-managed systems (Saha et al., 2024). The quality of harvested rainwater systems, their operation and maintenance procedures, community perceptions of related health risks, and the role of local authorities in managing these systems to ensure safe water have not, however, been thoroughly investigated in these studies. To address this gap, this study aims to evaluate the quality of rainwater harvesting systems (RWHS), their operation and maintenance practices, community perceptions of health risks, and the involvement of local authorities in managing these systems. Understanding these aspects is important for improving the safety, efficiency, and sustainability of RWHS. It will guide policy changes and inform the design and implementation of community-based water management strategies in the southwestern coastal region of Bangladesh.

Materials and Methods

Study Area

This study was conducted in Koyra Upazila of Khulna District, a highly climate-vulnerable coastal region of southwestern Bangladesh. The area lies at 22.3417°N and 89.3000°E, having an area of 1,775.40 km². It is bounded by the Sundarbans and the Bay of Bengal to the south. The area consists of a low-lying deltaic plain (≤2 m above mean sea level) transected by numerous tidally influenced rivers, including the Dharala, Pasur, and Malancha. Koyra receives approximately 2,500 mm of monsoonal rainfall (June-October), which provides ample potential for rainwater harvesting (Das et al., 2021).

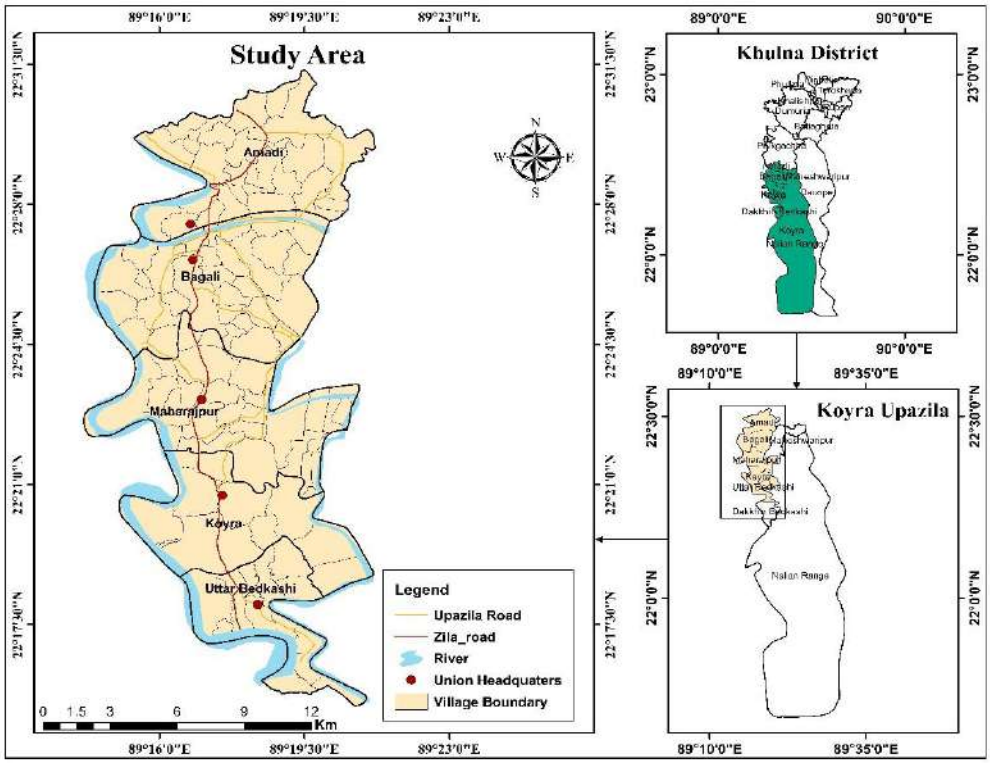


Fig.1. Map of the study area

Koyra is a badly affected coastal zone that experiences frequent flooding, salinity intrusion, waterlogging, and cyclones (SIDR 2007; AILA 2009) that have contaminated all groundwater and surface water sources. According to the Census 2022, only 44.3% of the people of this area depend on tube wells, many of which contain unsafe levels of arsenic, while the rest depend on ponds, PSFs, and rainwater. Therefore, nearly 70% of the households in the area cannot manage

safe drinking water, making RWH a vital alternative for safe water supply for this region (Sultana & Hasan, 2024). Considering the dependency on the harvested rainwater and environmental vulnerability of the region, Koyra would be an appropriate site to study RWHS performance and assess community perceptions in regard to water safety and health risks.

Sampling and Analysis

Two questionnaires were prepared for rainwater harvesting system quality and perceptions of health risks and operational practices. Qualitative data were collected from 66 randomly and purposively selected respondents across five unions in Koyra Upazila: Amadi (11), Bagali (12), Koyra (17), Moharajpur (11), and Uttar Bedkashi (15). For the purposes of this study, quality observations of 55 rainwater harvesting systems were made, consisting of 9 from Amadi, 10 from Bagali, 16 from Koyra, 7 from Moharajpur, and 13 from Uttar Bedkashi. The studied systems were chosen from areas with rainfall and drinking water scarcity where rainwater harvesting is widely practiced. Statistical and frequency analyses were done primarily through SPSS 25. In some instances, specialized techniques, including visual binning, multiple response, and cross-tabulation, were applied. Microsoft Excel (v. 2016) was used for the statistical representation of the analyzed data.

Results and Discussion

Rain Water Harvesting System Quality

Components of RWHS and Catchment Condition

All 55 RWHS studied have both a catchment area and a storage tank. In addition, there are gutters in 49 systems and downpipes in 43 systems. However, additional treatment components are less frequent: only 29 systems have a first-flush device, 28 have a mesh screen, while only 20 have a filter system. Correspondingly, there were 26 RWHS without a first-flush system (Fig. 2). In some of them, households use mesh or simple filtration mechanisms to clear the water of debris before storage. Some systems do not use either gutters or downpipes; their owners directly collect rainwater from the surface of the catchment. The absence of first-flush systems and poor filtration increases contamination risks (Lay et al., 2024) because the initial roof runoff has higher loads of dust, bird droppings, and pollutants. Moreover, the other equipment deficiencies further reduce the quality of harvested water.

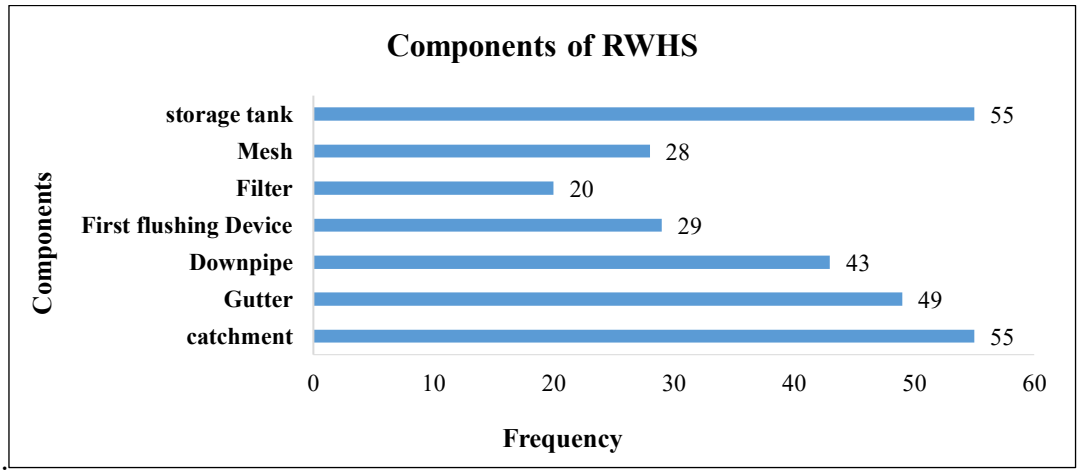


Fig.2. Components of rainwater harvesting systems

The major roofing materials in the study area are tin, asbestos, concrete, and plastic. Tin roofs constitute 49.1% of the total, while 38.2% are asbestos. Concrete roofs are 9.1%, and plastic

roofs are 1.8% (Fig. 3). A significant fraction of the roofs in the study area are asbestos, which can cause degradation of rainwater quality. In contrast, metal and well-finished concrete roofs generally yield better-quality harvested rainwater of relatively low microbial and chemical contamination. Asbestos and rough concrete surfaces can leach hazardous materials and trap debris that leads to low water quality(Ojo, 2019). A significant majority (55%) of the roofs are relatively new, falling in the 1-4 year age group. The remaining fall within older age groups: 20% are between 5-9 years old, 14% are in the 10 - 14 year brackets, and only 4% belong to the 15-19 year old category (Fig. 4). Older roofing materials, especially asbestos or corroded metals, are associated with increased heavy metals and other contaminants in stored rainwater. Asbestos roofs pose a longer-term risk of fiber release and heavy metal leaching from these materials, particularly as they get older (Macher et al., 2025).

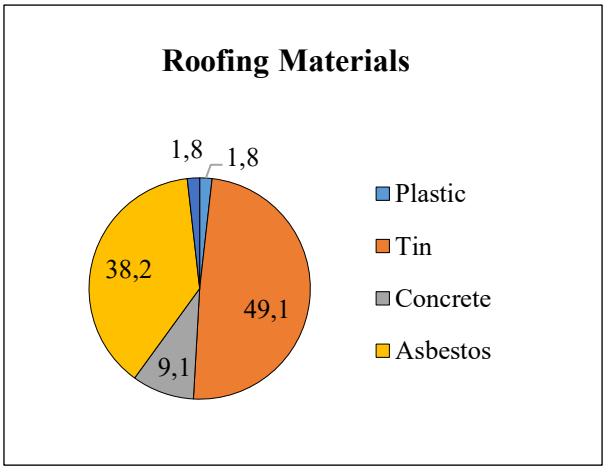


Fig.3. Roofing Materials

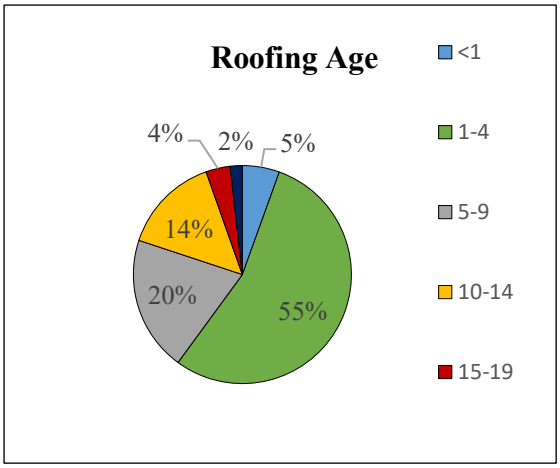


Fig.4. Roofing Area

Smooth roofs favor runoff with less accumulation of sediment, while rough or deteriorated surfaces can catch more pollutants, thereby increasing microbial and chemical contamination (Nwogu et al., 2024). The percentage of smooth roofs in the study area is 52.7%, while that of the rough roofs is 45.5%. This means that a higher fraction of the roofs studied is smooth, although a significant portion of the total studied is in rough condition. Rough roofs can introduce pollutants and chemicals into the harvested water and may affect its quality.

RWHS Area Hygiene Level

The hygiene assessment of the observed RWHS suggests generally satisfactory maintenance practices within the study area, as most of the observed rainwater harvesting system areas exhibit moderate to high hygiene levels. Specifically, 36.4% of areas were rated as having high hygiene, 12.7% as very high, and 32.7% as moderate. In contrast, 12.7% of areas were classified as low hygiene, and 5.5% as very low **(Fig. 5)**. Overall, the RWHS in the study area is generally well maintained.

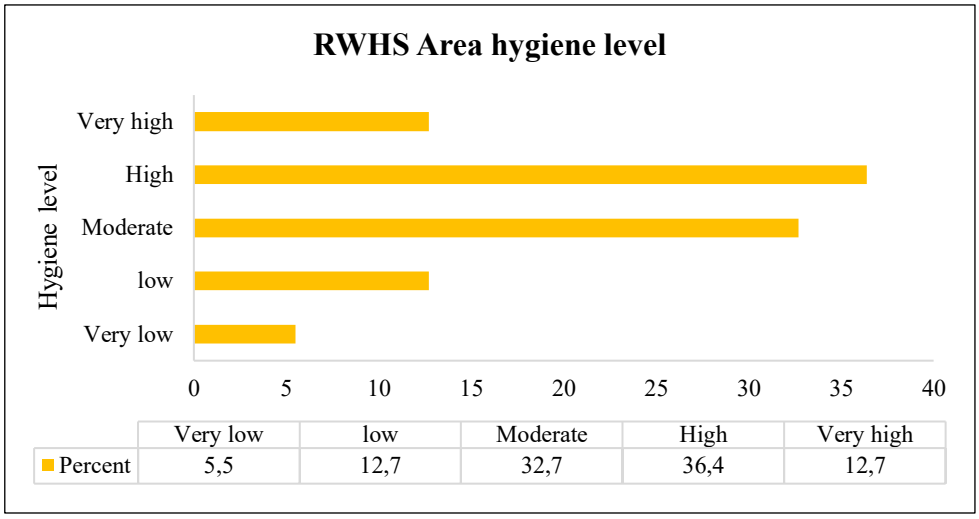


Fig.5. Hygiene level in RWHS area

Although overall hygiene levels were encouraging, certain system components exhibited notable variations in cleanliness. Among 55 observed rainwater harvesting systems, the area of the catchment is clean in 12 RWHS, and no dust, leaves, or excreta are present on it. Area of gutter is clean for 22 RWHS, area of downpipe is clean in 36 RWHS, Area of mesh is clean in 18 RWHS, area of filter is clean in 16 RWHS, area of tap area clean in 36 RWHS, area of storage tank is clean in 22 RWHS (**Table 1**). The tap and downpipe areas were generally cleaner than other components. Conversely, the catchment area is the primary entry point for contaminants for its open nature. Infrequent cleaning leads to higher levels of microbial and chemical pollutants in stored rainwater (Hamilton et al., 2019).

Table 1. Cleanliness Status of the Rainwater Harvesting System and Its Surrounding Area

Cleanliness of RWHS area	Frequency	Percent
Area of the catchment are clean	12	7.4%
Area of gutter are clean	22	13.6%
Area of the downpipe are clean	36	22.2%
Area of Mesh are clean	18	11.1%
Area of filter are clean	16	9.9%
Area of tap are clean	36	22.2%
Area of storage tank are clean	22	13.6%
Total	162	100.0%

Potential Sources of Contamination

A majority (87.3%) of systems have potential sources of microbial contamination, while only 12.7% are free from such risks **(Fig. 6)**. Dust, leaves, and animal excreta from the system's surroundings are key contributors, making harvested rainwater highly susceptible to contamination (Hamilton et al., 2019b) . These contaminants, often present on roof catchments and gutters, are readily washed into storage tanks during rainfall, introducing a variety of pathogenic microorganisms, including coliforms, E. coli, Salmonella, and Enterococcus spp (Amatobi et al., 2023).

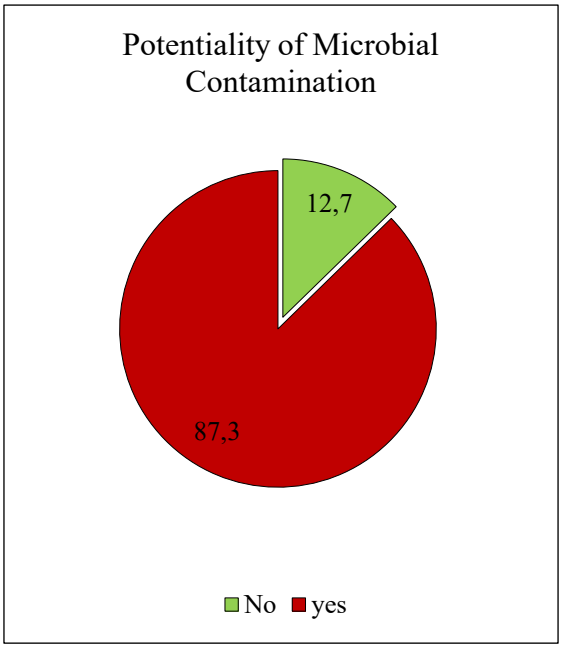


Fig.6. Potentiality of Microbial Contamination

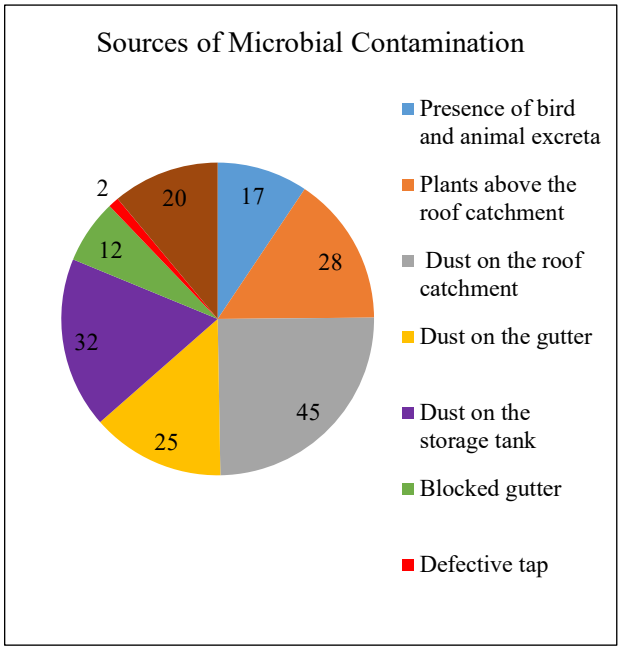
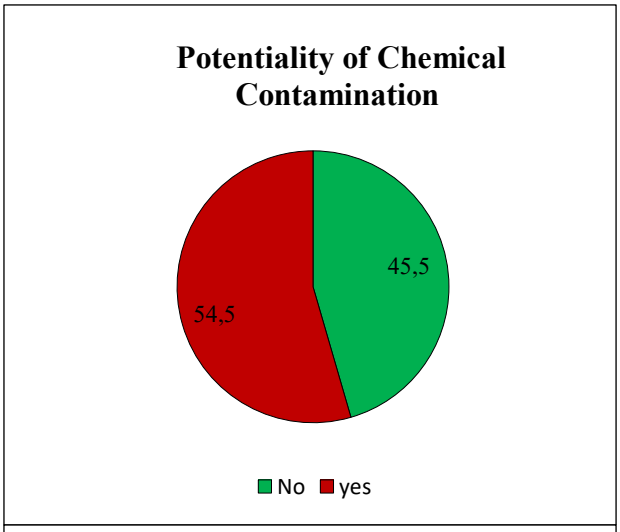


Fig.7. Potential Sources of Microbial Contamination

Among the observed rainwater harvesting systems (RWHS), 17 systems (9.4%) showed the presence of bird and animal excreta. Vegetation above the roof catchment was found in 28 systems (15.5%). Dust accumulation was common, occurring on the roof catchment in 45 systems (24.9%), in the gutters of 25 systems (13.8%), and within storage tanks in 32 systems (17.7%). Additionally, 12 systems (6.6%) had blocked gutters, and 2 systems (1.1%) had defective taps. Pollution around the storage and collection areas was observed in 20 systems (11.0%), which may contribute to microbial contamination **(Fig. 7)**. Microbes can readily grow in the water due to the presence of dust, excreta, defective taps, blocked gutters, and other factors. Dust, plant leaves, and bird or animal excreta on the catchment area can easily be washed into the storage tank with the water (Jongman & Korsten, 2016).



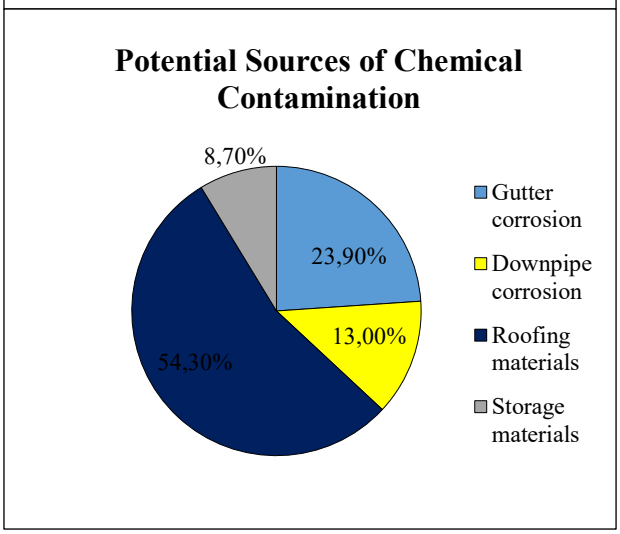


Fig.8. Potentiality of Chemical Contamination **Fig.9. Potential Sources of Chemical Contamination**

A defective tap and blocked gutters also contribute to microbial contamination (Barriga et al., 2024; Ward et al., 2010). When a tap is damaged, water is collected using an open system, such as a mug. If the mug is not clean, contamination can spread from the mug to the water in the storage tank.

The findings of this study reveal that more than half (54.5%) of the rainwater harvesting systems (RWHS) in the study area are susceptible to chemical contamination, while showing a high public health concern **(Fig. 8)**. Though less common than microbial contamination, chemical contamination is more dangerous to health, as water is infiltrated with such pollutants as zinc and lead. through system materials and environmental exposure (Igbinosa & Aighewi, 2017). Gutter corrosion was observed in 23.9% of systems, downpipe corrosion in 13.0%, poor catchment conditions in 54.3%, and storage materials in 8.7% **(Fig. 9)**. Old, rusted, or deteriorated roofs, especially the roofs made of colored asbestos or tin sheets, which are the most common contributors, followed by gutter corrosion (Barriga et al., 2024; Nicholas et al., 2024). Poor-quality or concrete storage materials also present contamination hazards. In general, these findings emphasize the importance of improvement in the design and maintenance of RWHS, especially in climate-vulnerable coastal areas where corrosion rates are high.

Assessment of health risk and community perceptions

Utilization of Harvested Water

The results show that about 97% of the respondents use the rainwater harvested as a source of drinking water, while the remaining 3% do not use it for drinking purposes. However, even though the majority of the respondents use rainwater for drinking purposes, only 33% access the same throughout the year, with the remaining 67% having unavailability on a seasonal basis (Fig. 10). It is apparent from the above observation that RWHS designs are insufficient or poorly sized to store water for an extended dry season period. In areas where rainwater harvesting is unavailability, households use alternative sources of water. The respondent stated that 31.8% obtained water from a tube-well, 19.7% from a pond, 9.1% bought water, 4.5% from a supplied piped, and 1.5% from submersible sources. For the 33.3% of respondents where harvested rainwater is available throughout the year, alternative sources of water are not needed **(Fig. 11)**.

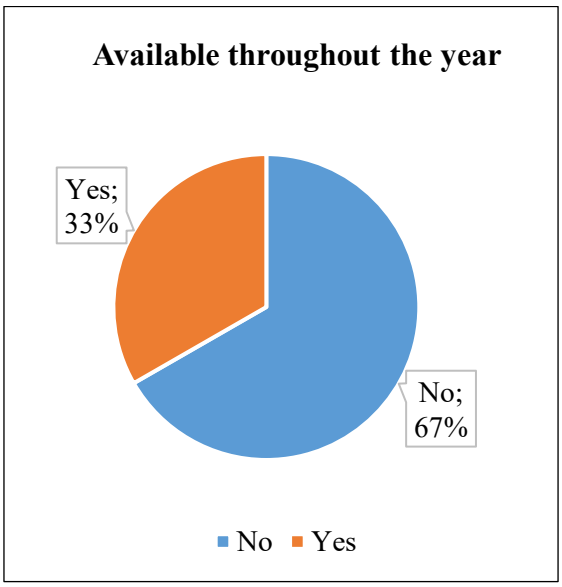


Fig.10. Availability of water

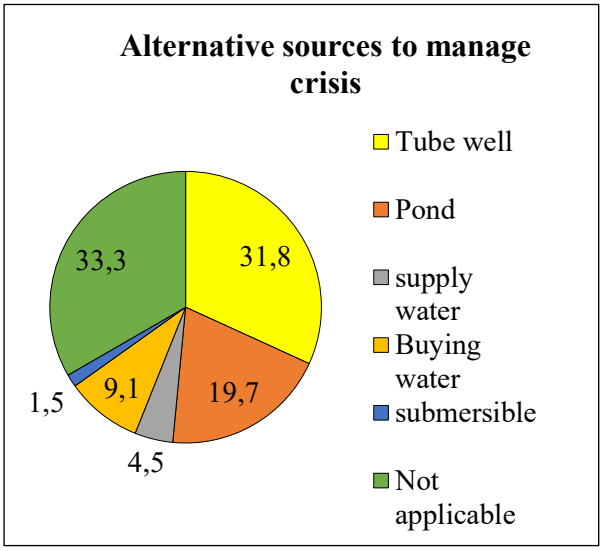


Fig.11. Alternative Sources during Crisis

Filtration and Treatment Method

The present study reveals that filtration of rainwater before storage is quite common among the households of the selected area, and 86.4% of respondents practice some forms of filtration. This reflects awareness of physical contaminants such as debris, leaves, and dust. Of these, integrated filter devices alone accounted for 33%, and another 14% reported using cloth-based filtration. This implies reliance on simple methods which are low in cost and therefore perhaps more suitable for rural and peri-urban households.

Table 2. Filtration and Treatment before Consuming Harvested Water

Filter Before Storage	Frequency	Percent
No	9	13.6
Yes	57	86.4
Total	66	100.0
Treated before consumption	**Frequency**	**Percent**
No	56	84.8

Yes	10	15.2
Total	66	100.0

In spite of this, 84.8% of the respondents do not treat the harvested rainwater before consumption, but 15.2% use some treatment, such as sieves or other simple methods **(Table 2)**. On the perceived health risks, 3% of the respondents feel that the untreated harvested rainwater can be very dangerous to their health, and 9.1% consider it a moderate threat, while 33.3% believe it is a low threat. On the other hand, 54.5% of the respondents do not perceive any health risk from the use of rainwater, even without treatment **(Table 3)**. These underestimations about potential health hazards could lead to complacency, increasing the likelihood of exposure to microbial pathogens like fecal coliforms or chemical contaminants such as lead and zinc, which are well-known to leach from roofing materials and storage devices (Nicholas et al., 2024).

Table 3. Threats Posed by Insufficient Treatment

The threat of not treating properly	Frequency	Percent
Very high threat	2	3.0
Moderate threat	6	9.1
Low threat	22	33.3
No threat	36	54.5
Total	66	100.0

Perception of Rainwater Quality

Among the respondents, 57 reported that their harvested rainwater has no noticeable odor, while 9 indicated that it occasionally exhibits an odor. Regarding satisfaction with water quality, 36.4% of respondents were extremely satisfied, 56.1% were very satisfied, 1.5% were somewhat satisfied, and 6.1% were slightly dissatisfied **(Fig. 12)**. Overall, the majority of respondents expressed satisfaction with the quality of their harvested rainwater. Households in southeastern Nigeria commonly view harvested rainwater as clean and aesthetically acceptable, with many reporting no noticeable odor or color issues (Nicholas et al., 2024). This positive perception is reinforced by the fact that rainwater is often free from the salinity and visible pollutants found in surface or groundwater, especially in regions where conventional sources are compromised

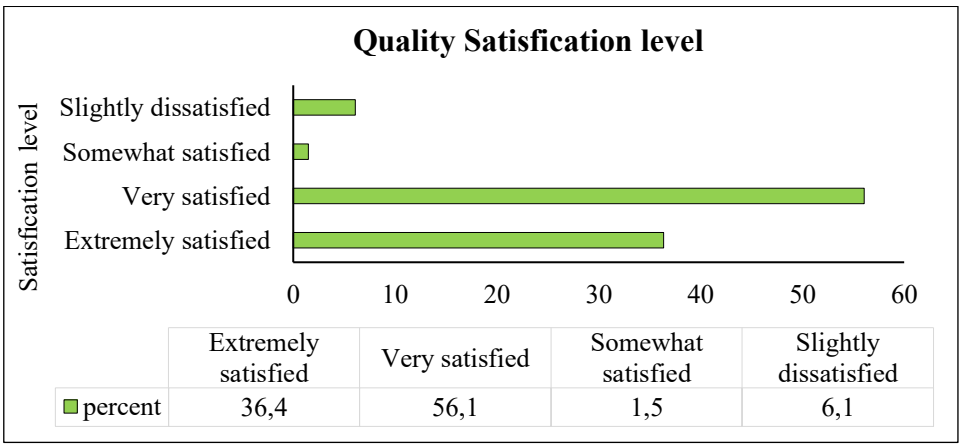


Fig.12. Satisfaction level on Harvested Rainwater

Moreover, 95.5% respondents say that rainwater is much safer than other sources of water, while 3% opined that rainwater is somewhat safer, and 1.5% opined somewhat less safe than other water

Table 4. Safety comparison to other water sources

Safety comparison to other water sources	Frequency	Percent
Much safer	63	95.5
Somewhat safer	2	3.0
somewhat less safe	1	1.5
Total	66	100.0

Sources **(Table 4)**, though 6.1% people suffer from skin diseases, 7.6% cough and cold from consuming harvested rainwater. It does not apply to 86.4% people who do not suffer from other types of diseases **(Table 5)**. This perception reflects the local understanding of rainwater as free from salinity and less prone to chemical contamination compared to tube-well or pond water, which are commonly associated with salinity, pathogens, and environmental pollutants in coastal Bangladesh.

Table 5. Associated Health Risk for Consuming Harvested Rainwater

Diseases	Frequency	Percent
Skin diseases(allergy)	4	6.1
Cold & Cough	5	7.6
Not Applicable	57	86.4
Total	66	100.0

Perceptions of potential health risks associated with the use of harvested rainwater varied among respondents. In the study area, 12.1% reported being very concerned about possible health impacts, while 25.8% were somewhat concerned. However, the majority (62.1%) indicated no concern at all **(Fig. 13)**. These findings suggest that most respondents do not view harvested rainwater as a significant health risk, although a minority expressed concerns related to issues such as skin diseases and other potential health effects.

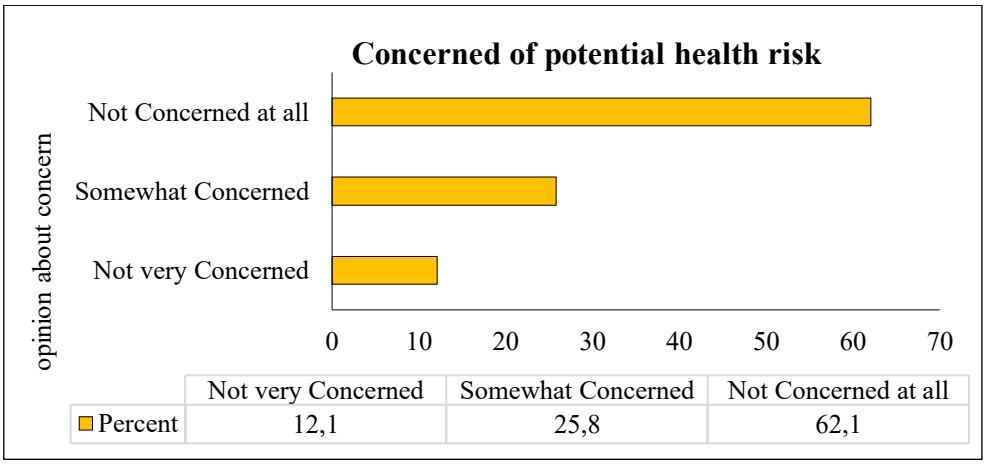


Fig.13. Concerned of Potential Health Risk for Consuming HRW

Management and Maintenance

Cleaning frequencies and maintenance practices

The study revealed that a majority of respondents actively maintain their rainwater harvesting systems, demonstrating awareness of hygiene and the importance of proper system functioning. Most respondents actively maintain their rainwater harvesting systems, indicating awareness of hygiene and system functionality. Roof cleaning is performed once a year by 43.9% of households and twice a year or more by 37.9%, while 12.1% never clean and 3% clean less than yearly; 3%

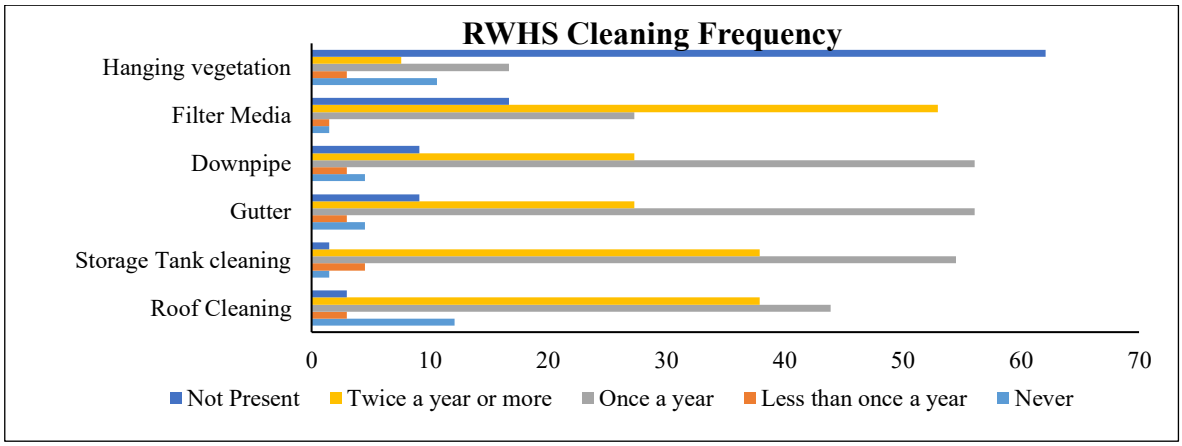


Fig.14. HRWS Components Cleaning Frequency

have no roof catchment. Storage tanks are cleaned annually by 56% and semiannually or more by 37.9%, with only a small fraction neglecting maintenance. Gutters and downpipes follow a similar trend, with 56–56.1% cleaned annually and 27.3% cleaned semiannually or more, though 9.1% lack these components and 4–4.5% never clean them. Filter media are cleaned twice a year or more by 53% and annually by 27.3%, while 16.7% of households have no filters. Most respondents (62.1%) reported no hanging vegetation over catchments; among those who do, only 16.7% clean yearly, and 10.6% never clean. **(Fig. 14)**.The widespread practice of regular maintenance likely contributes to the high satisfaction and perceived safety of harvested rainwater. Regular cleaning of roofs, tanks, gutters, downpipes, and filters helps minimize debris, microbial growth, and chemical contamination, which are common risks in coastal regions.

However, they clean their system regularly, but they have no facilities to regularly test their water basic and microbial quality. About 80.3% lacked facilities to regularly check taste and odor, and 71.2% had never tested their harvested rainwater for microbial contamination. Additionally, 87.9% had no facilities for routine microbial testing or overall water quality assessment. Only a small proportion (12–29%) reported having any form of regular monitoring **(Table 6)**.Cleaning catchment areas and storage tanks on a regular basis is a good practice that can help lower contamination. However, users might not be aware of invisible health risks if taste, odor, and particularly microbial contamination are not routinely tested. Research consistently shows that a large percentage of households do not test their collected rainwater for microbial quality. According to one survey, 64% of Texas households had never tested their rainwater, and similar trends are seen worldwide, with 71.2% to 87.9% lacking any regular microbial or overall water quality assessment (Hamilton et al., 2019b; Rathilall & Akpan, 2025). This lack of testing is concerning because research has shown that harvested rainwater

often contains fecal indicator bacteria (such as E. coli) and other pathogens, sometimes exceeding safe drinking water standards

Table 6. Access to Regular Water Quality Assessment Facilities

	Facility for checking tests and odor regularly		**Tested microbial contamination**		**Facility checks microbial contamination regularly**		**Facility for checking overall quality regularly**	
Opinion	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent
No	53	80.3	47	71.2	58	87.9	58	87.9
Yes	13	19.7	19	28.8	8	12.1	8	12.1
Total	66	100.0	66	100.0	66	100.0	66	100.0

Local Authorities Assistance

The study has found that efforts to improve rainwater quality or promote safe rainwater harvesting practices at the community level exist but are very limited; only 25.8% of the respondents reported having seen any such initiatives. Of these, 9.1% observed one initiative, 1.5% observed two, and 15.2% observed more than two initiatives. A significant majority, 72.7%, reported having never seen any initiative by any local authority with the aim of supporting safe rainwater management **(Table 7)**. Respondents reported that RWHS are usually set up individually or with support from NGOs, indicating the minimal involvement of local government in promoting safe and sustainable rainwater management.

Table 7. Witnessed of Initiatives from Local Authorities

witnessed of initiatives from local authorities	**Frequency**	**Percent**
yes, one time	6	9.1
yes, two times	1	1.5
yes, more than two times	10	15.2
No, never	48	72.7
Didn't answer	1	1.5
Total	66	100.0

Furthermore, the findings on satisfaction with local authorities are mostly negative, as 35 of the 66 respondents reported feeling dissatisfied, 23 somewhat dissatisfied, and 12 very dissatisfied. Only 10 respondents remained neutral and had no clear opinion about whether local authority support was available. On the other hand, only a minority expressed positive opinions: 12 believed they were somewhat satisfied, and 9 said they were very satisfied **(Fig. 15)**. The findings demonstrate a clear deficit in institutional support for RWHS in the study area. Poor involvement from local authorities may create barriers to the dissemination of technical guidance, safe maintenance practices, and awareness-raising, leaving households dependent on personal experience or interventions by NGOs.

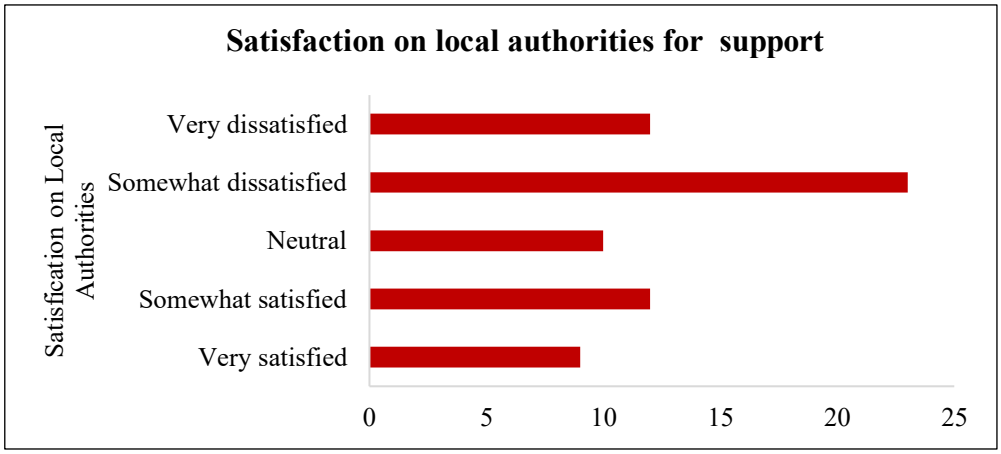


Fig.15. Satisfaction Level on Local Authorities Support

Conclusion

The study demonstrates that RWHS are the lifeline in Koyra Upazila in southwest coastal Bangladesh, where 97% of the respondents reported harvested rainwater as their principal source of drinking water due to the absence of safe groundwater from salinity and arsenic contamination. Notwithstanding such strong dependence, the assessment discloses serious infrastructure deficiencies, such as that 47% of systems lack first-flush devices, and 87.3% show the possibility of microbial contamination due to missing needed treatment components such as filters and mesh screens. The findings indicate that roofing material is a serious threat to public health since 38.2% of homes have asbestos roofs, which can leak heavy metals and hazardous fibers and hence contribute to the chemical contamination vulnerability observed in 54.5% of the systems. While 95.5% of users express high satisfaction, with the conviction that rainwater is safer than other sources, such confidence breeds complacency, as demonstrated by the fact that 84.8% of households do not treat the water before consumption and 87.9% never test for microbial quality. This leads to a significant paradox between community perception and actual safety. Further, institutional support is conspicuously lacking, as represented by 72.7% of the respondents reporting that they have never seen any initiatives by local authorities towards safe rainwater management, resulting in general dissatisfaction with government support. Limitations of this study include an inadequate sample size of 66 respondents, reliance on visual sanitary inspection instead of laboratory water quality testing, and the fact that 67% of users face shortages during dry periods, which precludes fully capturing the longitudinal seasonal water security issues. The retrofitting of existing systems with low-cost first-flush diverters, replacement of asbestos catchments with safer materials, and formalization of local government involvement to provide technical monitoring and maintenance education should be the foremost priorities of implementation strategies. Future research should be focused on longitudinal health assessment and rigorous laboratory testing to correlate physical system defects with particular pathogen loads to better understand the long-term epidemiological effects of consuming untreated rainwater in these vulnerable coastal communities.

Reference

Abdullah, M., Idrak, F., Kabir, P., & Bhuiyan, M. A. H. (2024). Suitability of rainwater harvesting in saline and arsenic affected areas of Bangladesh. *Heliyon*, *10*(14). https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)10359-3

Amatobi, D. A., Adenaike, O. A., & Okeke, E. C. (2023). Assessment of variations in microbiological quality of water in the newly constructed rainwater-harvesting system storage tank. *World J Adv Res Rev*, *18*(01), 445–450.

Ashrafuzzaman, M. (2023). Local context of climate change adaptation in the south-western coastal region of Bangladesh. *Sustainability*, *15*(8), 6664.

Barriga, F., Gómez, G., Diez, M. C., Fernandez, L., & Vidal, G. (2024). Influence of Catchment Surface Material on Quality of Harvested Rainwater. *Sustainability*, *16*(15), 6586.

Biswas, B. K., & Mandal, B. H. (2014). Construction and Evaluation of Rainwater Harvesting System for Domestic Use in a Remote and Rural Area of Khulna, Bangladesh. *International Scholarly Research Notices*, *2014*, 1–6. https://doi.org/10.1155/2014/751952

Dao, D. A., Tran, S. H., Dang, H. T., Nguyen, V.-A., Nguyen, V. A., Do, C. V., & Han, M. (2021). Assessment of rainwater harvesting and maintenance practice for better drinking water quality in rural areas. *AQUA—Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, *70*(2), 202–216.

Das, T. K., Shaibur, M. R., & Rahman, M. M. (2021). Groundwater chemistry at deep aquifer in Koyra: Khulna, Bangladesh. *Current World Environment*, *16*(2), 460.

Ghosh, S. (2022). *Effectiveness of household rainwater harvesting systems in South-Western coastal region of Bangladesh*. http://lib.buet.ac.bd:8080/xmlui/handle/123456789/6476

Hamilton, K., Reyneke, B., Waso, M., Clements, T., Ndlovu, T., Khan, W., DiGiovanni, K., Rakestraw, E., Montalto, F., & Haas, C. N. (2019a). A global review of the microbiological quality and potential health risks associated with roof-harvested rainwater tanks. *NPJ Clean Water*, *2*(1), 7.

Hamilton, K., Reyneke, B., Waso, M., Clements, T., Ndlovu, T., Khan, W., DiGiovanni, K., Rakestraw, E., Montalto, F., & Haas, C. N. (2019b). A global review of the microbiological quality and potential health risks associated with roof-harvested rainwater tanks. *NPJ Clean Water*, *2*(1), 7.

Hossain, M. J., Chowdhury, M. A., Jahan, S., Zzaman, R. U., & Islam, S. L. U. (2021). Drinking water insecurity in southwest coastal Bangladesh: How far to SDG 6.1? *Water*, *13*(24), 3571.

Igbinosa, I. H., & Aighewi, I. T. (2017). Assessment of the Physicochemical and Heavy Metal Qualities of Rooftop Harvested Rainwater in a Rural Community. *Global Challenges*, *1*(6), 1700011. https://doi.org/10.1002/gch2.201700011

Islam, Md. M., Chou, F. N.-F., Kabir, M. R., & Liaw, C.-H. (2010). Rainwater: A Potential Alternative Source for Scarce Safe Drinking and Arsenic Contaminated Water in Bangladesh. *Water Resources Management*, *24*(14), 3987–4008. https://doi.org/10.1007/s11269-010-9643-7

Jongman, M., & Korsten, L. (2016). Microbial quality and suitability of roof-harvested rainwater in rural villages for crop irrigation and domestic use. *Journal of Water and Health*, *14*(6), 961–971.

Lay, J. J., Vogel, J. R., Belden, J. B., Brown, G. O., & Storm, D. E. (2024). Water Quality and the first-flush effect in roof-based Rainwater Harvesting, Part II: First flush. *Water*, *16*(10), 1421.

Macher, G. Z., Beke, D., & Torma, A. (2025). Water quality of harvested rainwater from asbestos cement roofs and its suitability for irrigation. *Clean Technologies and Environmental Policy*. https://doi.org/10.1007/s10098-025-03197-7

Moglia, M., Gan, K., & Delbridge, N. (2016). Exploring methods to minimize the risk of mosquitoes in rainwater harvesting systems. *Journal of Hydrology*, *543*, 324–329.

Mostafa, A. I., Samina, Z., Tapos Kumar, C., & Gopal Chandra, G. (2020). Assessment of Rainwater Quality from Harvested Rainwater in the Coastal Region of Bangladesh. In

A. Haque & A. I. A. Chowdhury (Eds.), *Water, Flood Management and Water Security Under a Changing Climate* (pp. 177–185). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47786-8_12

Nicholas, E. S., Ukoha, P. O., & Ihedioha, J. N. (2024). Comparative assessment of the effect of storage vessels, thatched roof and industrial activity on harvested rainwater quality in south eastern, Nigeria using water quality index. *Discover Water*, *4*(1), 42. https://doi.org/10.1007/s43832-024-00081-1

Nwogu, F. U., Ubuoh, E. A., & Kanu, S. C. (2024). Chemical characteristics and microbiological loads of harvested rainwater run-off from roof tops in South Eastern Nigeria. *Discover Sustainability*, *5*(1), 4. https://doi.org/10.1007/s43621-023-00177-z

Ojo, O. M. (2019). Effects of roofing materials on harvested rain water quality. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, *23*(4), 735–738.

Pari, L., Suardi, A., Stefanoni, W., Latterini, F., & Palmieri, N. (2021). Economic and environmental assessment of two different rain water harvesting systems for agriculture. *Sustainability*, *13*(7), 3871.

Rahman, Md. A., Kumar, S., Mohana, A. A., Islam, R., Hashem, Md. A., & Chuanxiu, L. (2019). Coliform Bacteria and Trace Metals in Drinking Water, Southwest Bangladesh: Multivariate and Human Health Risk Assessment. *International Journal of Environmental Research*, *13*(2), 395–408. https://doi.org/10.1007/s41742-019-00184-x

Rakib, M. A., Sasaki, J., Matsuda, H., Quraishi, S. B., Mahmud, M. J., Bodrud-Doza, M., Ullah, A. A., Fatema, K. J., Newaz, M. A., & Bhuiyan, M. A. (2020). Groundwater salinization and associated co-contamination risk increase severe drinking water vulnerabilities in the southwestern coast of Bangladesh. *Chemosphere*, *246*, 125646.

Rathilall, R., & Akpan, B. G. (2025). Enhancing harvested rainwater quality through nanofiltration and storage practices in a rural community. *Interdisciplinary Journal of Rural and Community Studies*, *7*(1), a05–a05.

Saha, A., Setu, S., Das, S., Hossain, M. I., Rahman, A. K., & Rahman, M. M. (2024). Decision support system for community managed rainwater harvesting: A case study in the salinity-prone coastal region of Bangladesh. *Heliyon*, *10*(9). https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)06486-7

Sakati, S. N., Herawati, H., Kanan, M., & Balebu, D. W. (2025). Health Risks of Rainwater Consumption: A Study of Microbiological and Heavy Metal Exposure in Island Areas. *Journal of Health and Nutrition Research*, *4*(1), 29–37.

Sultana, N., & Hasan, Md. K. (2024). *Identification of Climate Scenarios and an Index-Based Assessment of Household Vulnerability to Climate Change in South-West Coastal Region of Bangladesh. 15*, 136–145.

Ward, S., Memon, F. A., & Butler, D. (2010). Harvested rainwater quality: The importance of appropriate design. *Water Science and Technology*, *61*(7), 1707–1714.

Xu, L., Yang, S., Zhang, Y., Jin, Z., Huang, X., Bei, K., Zhao, M., Kong, H., & Zheng, X. (2020). A hydroponic green roof system for rainwater collection and greywater treatment. *Journal of Cleaner Production*, *261*, 121132.

THE ENDURING VALUE OF HO CHI MINH'S IDEOLOGY IN THE CONTEMPORARY ERA

Le Thi Thuy Huong
Can Tho University (Vietnam)
Bui Hoang Tan
Can Tho University (Vietnam)
https://orcid.org/0009-0005-0427-9795

Abstract: *This study offers a systematic analysis of the concept, structure, and enduring significance of Ho Chi Minh's Ideology within contemporary Vietnamese political and social life. By clarifying the foundational role of Ho Chi Minh's Ideology in shaping the revolutionary path of Vietnam across different historical periods, the article examines the evolution of the Communist Party of Vietnam's theoretical understanding of this ideological system. It highlights the continued relevance and vitality of Ho Chi Minh's Ideology in the current era of national development, modernization, and integration. Furthermore, the paper critically refutes distorted and hostile viewpoints that seek to undermine the ideological foundation of the Communist Party of Vietnam, affirming the scientific, revolutionary, and humanistic nature of Ho Chi Minh's Ideology as the guiding compass for the Party's leadership and the nation's long-term strategic orientation.*

Keywords: *Ho Chi Minh's Ideology; ideological foundation; guiding compass; enduring values; Vietnamese revolution*

1. INTRODUCTION

President Ho Chi Minh was an international revolutionary fighter, a National Liberation Hero, and an outstanding cultural figure of Vietnam. His life and revolutionary career are rich and legendary, full of appeal, and he is admired and loved by the Vietnamese people and international friends. He left the Vietnamese nation with an invaluable spiritual legacy, and in every aspect and field, there are great lessons, simple yet profound. Currently, the Vietnamese people approach the study of Ho Chi Minh's life, career, and Ideology from many different angles, such as the perspective of the masses participating in emulation movements and campaigns, students, teachers, scholars, and specialized researchers in Ho Chi Minh Studies, etc. In the minds of the Vietnamese people and progressive people around the world, President Ho Chi Minh is a great leader, a great ideologist, a national liberation hero, and an outstanding cultural figure. His life's work has left indelible marks on the development process of humanity, contributing to the struggle for peace, national independence, democracy, and social progress.

Through many historical ups and downs, from the period of resistance against French colonialists and American imperialists to the time the country achieved complete independence, unification, and building socialism, Ho Chi Minh's Ideology has continued to illuminate the path for the Vietnamese nation "to achieve a great cause, potential, position, and international prestige" (The Communist Party of Vietnam, 2021, vol.1, page 25) to stand shoulder to shoulder with the powers of the five continents. In the trend of global integration, with the increasingly complex and sensitive political situation both domestically and internationally, the Party and State of Vietnam have always maintained a firm stance and affirmed, "The Party takes Marxism-Leninism and Ho Chi Minh's Ideology as the ideological foundation and a guiding compass for action, and takes democratic centralism as the basic organizational principle" (The Communist Party of Vietnam, 1991, page 127). Applying the light of Ho Chi Minh's Ideology,

the Party and State have led our nation from one victory to another and continue to hold a decisive significance for the development of the country's revolution.

2. RESEARCH METHODS

This paper employs qualitative research methods, primarily using the historical–logical approach to trace the formation and development of Ho Chi Minh's Ideology in relation to major stages of the Vietnamese revolution. Documentary analysis is applied to examine Party documents, Ho Chi Minh's writings, and scholarly studies, thereby clarifying core conceptual elements and theoretical values. The study also integrates comparative analysis to distinguish authentic viewpoints from distorted or hostile interpretations, and uses systematization to synthesize key ideas into a coherent framework. By combining theoretical reasoning with practical assessment, the research demonstrates the continuing relevance of Ho Chi Minh's Ideology in the contemporary context.

3. RESEARCH RESULTS

3.1 The Role of Ho Chi Minh's Ideology in the Vietnamese Revolution

The life, career, ideology, ethics, and style of Ho Chi Minh are an invaluable legacy and a source of pride for the Party and the Vietnamese nation. Ho Chi Minh's Ideology contains enduring truths that have been tested and confirmed by the practical realities of the Vietnamese revolution. Ho Chi Minh's Ideology not only serves as a guiding compass in the struggle for national liberation and the process of renewal but also possesses long-lasting, enduring value, serving as a symbol for the country's future development.

In 1920, Nguyen Ai Quoc, a genuine patriot, became a communist fighter, shifting from a patriotic standpoint to a communist one. This was a turning point that marked a qualitative change in Ho Chi Minh's Ideology. By 1925, Nguyen Ai Quoc established the Vietnam Revolutionary Youth League (Hội Việt Nam cách mạng thanh niên) in Guangzhou (China), opening many training classes for cadres of the Vietnamese revolution, preparing in all aspects for the birth of the Communist Party of Vietnam. He compiled those training lessons into the book *Đường kách mệnh* (The Revolutionary Path), published in 1927. This was his first theoretical book on Marxism-Leninism, possessing extremely important significance for the Vietnamese revolution, setting the direction for our people toward liberation, clearly indicating the role of social forces, and proposing the lines and methods for conducting the revolution.

In early 1930, the Communist Party of Vietnam was founded. President Ho Chi Minh personally drafted the Party's first Political Program. The Program was presented at the founding conference of the Party and was discussed and adopted by the delegates. The basic contents of his Ideology entered the Program, directly guiding the Vietnamese revolution. From that point, the Vietnamese revolution was "illuminated by Marxism-Leninism" (Ho Chi Minh, vol.12, page 410), both maintaining revolutionary achievements and gaining increasingly greater victories, typically the triumph of the August Revolution in 1945, the victory of Dien Bien Phu (1954), and the great spring victory - national unification (1975). From these victories, Ho Chi Minh's Ideology, with its revolutionary and scientific nature, was increasingly affirmed to have an important position in the Vietnamese revolution, becoming a banner of unity and a leading force in the struggles.

3.2 Concept and System of Ho Chi Minh's Ideology

Concept of Ideology

According to the common meaning, Ideology is the reflection of reality in consciousness, an expression of the relationship between humans and the surrounding world. From a philosophical perspective, Ideology is a system of views, conceptions, and arguments formed based on a specific practice and acting back upon practical activities to transform reality.

Concept of an Ideologist

An ideologist is someone who knows how to solve all political, strategic, tactical, organizational, and material issues of the communist movement before others, so that the movement does not occur spontaneously but must proceed from spontaneity to consciousness.

Thus, from the analysis of the two concepts mentioned above, President Ho Chi Minh is completely worthy of being a great ideologist.

Concept of Ho Chi Minh's Ideology

Professor Tran Van Giau affirmed: "Ho Chi Minh's Ideology is a glorious reality of Vietnamese history that should not be overlooked, much less denied. Ho Chi Minh, the soul of the revolution and the resistance, is a great ideologist, an outstanding activist" (Tran Van Giau, 1997, page 5). The collapse of the socialist system in the Soviet Union and Eastern European countries in 1991 caused many people to feel confused and wavering, with many manifestations of revising Marxism-Leninism. The distorting arguments of hostile forces suggest that the push to study Ho Chi Minh's Ideology is "a life raft" when Marxism-Leninism collapsed simultaneously with the collapse of the Soviet Union and Eastern Europe, implying that Ho Chi Minh's Ideology does not exist.

To refute the above distorting arguments, Professor Tran Van Giau clarified that there are three types of skepticism about Ho Chi Minh's Ideology. The first type, spoken with malice, claims that the Vietnamese, including Ho Chi Minh, only imitate foreign countries and have nothing creative or distinctive. The second type argues that in the revolution, the only theoreticians and ideologists were Truong Chinh and Vo Nguyen Giap, while Ho Chi Minh was merely a person with a talent for mobilizing forces and an excellent activist. The third type suggests that Ho Chi Minh was not an ideologist or theoretician because he had almost no works specifically discussing theory or ideology.

Refuting these distorting arguments is not difficult: Regarding the first type, it is not that the Vietnamese are prone to imitation, but because the Vietnamese have a liberal spirit, are good at selectively absorbing the cultural quintessence of different nations, and making others' resources their own. Regarding the second type, Truong Chinh and Vo Nguyen Giap acknowledged that they merely systematically presented Ho Chi Minh's guiding Ideology. President Ho Chi Minh was recognized by foreign press and international friends as a talented activist. And without correct theory and Ideology, there certainly would not be outstanding practical actions. Regarding the third type, President Ho Chi Minh indeed wrote few articles specifically on theory, but his Ideology is expressed in his political and cultural activities, in the many policies and lines he directed for the revolution, in the articles written about him by domestic and foreign statesmen, and even in the folk legends built up around him.

To say that Ho Chi Minh's Ideology does not exist means denying the achievements of the August Revolution (1945), denying the glorious victory of the Dien Bien Phu campaign (1954), and denying the victory of the two resistance wars against France and America. It would be ahistorical and illogical to claim that Ho Chi Minh's Ideology was not the guiding Ideology of the Vietnamese revolution. The French journalist Lacouture wrote about President Ho Chi Minh as follows: "For nearly half a century, Mr. Ho Chi Minh led an unprecedented struggle in terms of tactical and situational changes, in the diversity of his conduct, in the sacrifices that had to be accepted, and in the vastly different strengths in terms of weapons. Sentenced to death by the colonial court, he escaped exile and the guillotine ten times, sometimes wearing the yellow robe of a Thai monk, sometimes wearing the uniform of the Chinese Eighth Route Army. And after gaining power, he had to continuously confront two Western empires. In modern times, which revolutionary has enough great courage and filled with boldness to oppose the order of the great powers with such persistent determination? Mr. Ho revived a nation, recreated a country, and led two wars that were essentially the wars of the oppressed. His struggle against

France led to the dissolution of a great colonial empire. His struggle against America showed the limit of technical power when facing Man" (Tran Van Giau, 1997, page 13). With a great man like President Ho Chi Minh, having a great Ideology is inevitable.

In her welcoming speech at the international scientific conference *Ho Chi Minh Heritage in the Current Era* organized in Hanoi from May 12 to May 13, 2010, the Chief Representative of the UNESCO office in Hanoi, Ms. Katherine Muller-Marin, affirmed: "To have a President like Ho Chi Minh, who is honored by many people not only in Vietnam but around the world as a national hero, is like having a symbol that helps us have a vision, guiding the country to a safe harbor. Furthermore, a leader like that also shows us how to control the storm through pride, hard work, and harmonious relations" (Katherine Muller-Marin, 2010, page 5).

The evolution of the understanding and definition of Ho Chi Minh's Ideology

Throughout his vibrant and rich revolutionary life, dedicated wholeheartedly to the people and the nation, President Ho Chi Minh left behind an extremely profound and noble spiritual legacy that has long-term guiding significance for our country's revolutionary cause. The summation of these spiritual values is Ho Chi Minh's Ideology.

The Communist Party of Vietnam's perception of Ho Chi Minh's Ideology has been progressive, moving from a lower to a higher level:

Since the Second National Party Congress (February 1951), the Communist Party of Vietnam affirmed the great role and significance of Ho Chi Minh's political line, Ideology, ethics, methods, and style for the Vietnamese revolution.

At the Seventh National Party Congress (June 1991), our Party respectfully recorded in the Congress document: "The Party takes Marxism-Leninism and Ho Chi Minh's Ideology as the ideological foundation and a guiding compass for action, and takes democratic centralism as the basic organizational principle" (The Communist Party of Vietnam, 1991, page 127). From here, the concept of Ho Chi Minh's Ideology received deeper attention from the scientific community.

The Ninth National Party Congress (April 2001) affirmed and further clarified the basic contents of Ho Chi Minh's Ideology. This was a profound summary, a new development in the perception and theoretical thinking of our Party, and a historical decision that met the requirements for the development of our country's revolution and the affection and aspirations of the entire Party and people.

The Political Report at the Ninth National Congress of the Party affirmed: "Ho Chi Minh's Ideology is a comprehensive and profound system of views on the fundamental issues of the Vietnamese revolution, the result of the creative application and development of Marxism-Leninism to the specific conditions of our country, inheriting and developing the nation's fine traditional values, and absorbing the cultural quintessence of humanity. That is the Ideology on national liberation, class liberation, and human liberation; on national independence associated with socialism, combining the strength of the nation with the strength of the era; on the power of the people, of the great national unity bloc, on the people's right to mastery, building a state truly of the people, by the people, for the people; on all-people national defense, building the people's armed forces; on economic and cultural development, continuously improving the material and spiritual life of the people; on revolutionary ethics, industry, thrift, integrity, righteousness, public-spiritedness and impartiality; on caring for and fostering the revolutionary generation for the future; on building a clean and strong Party, where cadres and members are both leaders and truly loyal servants of the people" (The Communist Party of Vietnam, 2001, page 83-84). Ho Chi Minh's Ideology illuminates the path for our people's struggle to achieve victory, and is a great spiritual asset of our Party and nation. His Ideology has been proven correct by the Vietnamese revolution and has become the ideological foundation and guiding compass for the action of our Party and the Vietnamese revolution.

In the process of researching and clarifying Ho Chi Minh's Ideology and contributing many suggestions on how to effectively apply Ho Chi Minh's Ideology in life, the team of lecturers, researchers, and scholars continue to express their opinions, crystallizing the concept of Ho Chi Minh's Ideology more concisely. The Party's Eleventh National Congress (2011) document affirmed: "Ho Chi Minh's Ideology is a comprehensive and profound system of views on the fundamental issues of the Vietnamese revolution, the result of the creative application and development of Marxism-Leninism to the specific conditions of our country, inheriting and developing the fine values of the national tradition, and absorbing the cultural quintessence of humanity; it is an infinitely great and precious spiritual asset of our Party and nation, forever illuminating the path for our people's revolutionary cause to achieve victory" (The Communist Party of Vietnam, 2011, page 88). The affirmation by the Communist Party of Vietnam is a step of scientific and progressive development in the substance and value of Ho Chi Minh's Ideology.

System of Ho Chi Minh's Ideology

Ho Chi Minh's Ideology is a system of views covering many fields, and it is the object of study for many different scientific disciplines. This is a new research area that needs to be continuously studied, supplemented, and affirmed. The study and learning of Ho Chi Minh's Ideology focuses on the following main contents: (1) Ideology on the nation and national liberation revolution, (2) Ideology on socialism and the transition period to socialism, (3) Ideology on the Communist Party of Vietnam, (4) Ideology on great national unity and international solidarity, (5) Ideology on democracy, on building a state of the people, by the people, for the people, (6) Ideology on culture, ethics, and building a new person, (7) Ideology on education and training, (8) Ideology on the rule-of-law state of the people, by the people, for the people, etc..

The system of Ho Chi Minh's Ideology contains many different views, and depending on the industry, field, or aspect, researchers will choose more specialized and appropriate views. However, the core of Ho Chi Minh's Ideology is the Ideology on national independence, democracy, and socialism, which is the red thread running through the liberation of the nation, the liberation of the class, and the liberation of the individual.

Thus, Ho Chi Minh's Ideology is not a simple collection of Ho Chi Minh's specific ideas and ideologys in specific circumstances, but a system of views and conceptions about the path of the Vietnamese revolution - from the national democratic revolution to the socialist revolution, formed on the foundation of Marxism-Leninism. It is a scientific concept, presented concisely and rigorously at a theoretical level to reflect its essence and core content. We can understand that Ho Chi Minh's Ideology is a science studying the life, background, and career of President Ho Chi Minh and the application by our Party in the current period of renewal.

3.3 The Enduring value of Ho Chi Minh's Ideology in the contemporary era

The 24th Session (1987) of the General Conference of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) decided to honor President Ho Chi Minh among the world's great figures. He was a person who left his mark on the development process of humanity, the national liberation hero of Vietnam, and a great cultural figure, an outstanding symbol of the determination of the entire nation, who dedicated his whole life to the cause of national liberation of the Vietnamese people, contributing to the common struggle of nations for peace, national independence, democracy, and social progress.

The decision of the Seventh National Congress of the Communist Party of Vietnam to make Ho Chi Minh's Ideology, along with Marxism-Leninism, the ideological foundation and guiding compass for the action of the Party and the Vietnamese revolution, has strongly promoted the process of researching, studying, and applying Ho Chi Minh's Ideology as an academic subject. Resolution of the Party's Seventh Congress clearly stated: "The Party enriches its intellect by continuously raising its theoretical level, firmly grasping and creatively

applying the fundamental arguments and methodology of Marxism-Leninism and Ho Chi Minh's Ideology; while continuously summarizing vivid practical experience from the revolutionary movement of the masses" (The Communist Party of Vietnam, 1991, page 127). By the Thirteenth Congress (2021), the invaluable lesson drawn by the Communist Party of Vietnam was "To be persistent, and creatively apply and develop Marxism-Leninism and Ho Chi Minh's Ideology" (The Communist Party of Vietnam, 2021, vol.1, page 26). Thus, Ho Chi Minh's Ideology not only illuminates and guides the Vietnamese revolution in the past period but also serves as a beacon leading our nation toward the goal of a wealthy people, a strong country, a democratic, equitable, and civilized society.

Today, in the cause of accelerating the industrialization and modernization of the country, facing increasingly great and complex global developments, and the growing number of new issues arising in social life that require clarification to find answers, the research, protection, application, and development of Ho Chi Minh's Ideology into practical life has become an important and urgent task in the political, ideological, and theoretical work of the entire Party and people.

The research and study of Ho Chi Minh's Ideology has a great role for researchers and learners:

Firstly, it helps us recognize the development laws of Vietnamese society, thereby contributing to the formation of theories on economic, political, and social renewal in the cause of national construction and defense.

Secondly, it helps us have the ability to appraise the guidelines and policies of the Party and State to gradually improve them, bringing high feasibility.

Thirdly, it contributes to educating cadres, Party members, and the people to promote the tradition of solidarity and the will for self-reliance and self-improvement.

Finally, it contributes to enhancing theoretical thinking capacity, work methodology, and fostering revolutionary ethics, training political mettle for the young generation, forming a class of socialist people for the future with the Ho Chi Minh world view and philosophy of life, striving for the cause of national liberation, social liberation, and human liberation.

4. CONCLUSION

In summary, continuing to research and study Ho Chi Minh's Ideology widely is one of the best measures to rally the people to directly participate in the struggle to protect the Party's ideological foundation, and at the same time contribute to overcoming the manifestations of dogmatism, haste, bureaucratic style distant from the masses, and empiricism among cadres and Party members. With that significance, the research and study of Ho Chi Minh's Ideology will enable Marxism-Leninism and Ho Chi Minh's Ideology to maintain their dominant role in the spiritual life of our people.

Today, we study, apply, and develop Ho Chi Minh's Ideology in a new context and new conditions, requiring us to follow his example of creativity, which means knowing how to start from reality, from the new conditions and circumstances of the country in the current period.

REFERENCES

1. Communist Party of Vietnam (1991), *Documents of the Seventh National Congress of Delegates*, Sự Thật Publishing House, Hanoi.
2. Communist Party of Vietnam (2001), *Documents of the Ninth National Congress of Delegates*, National Political Publishing House, Hanoi.
3. Communist Party of Vietnam (2011), *Documents of the Eleventh National Congress of Delegates*, National Political Publishing House, Hanoi.
4. Communist Party of Vietnam (2021), Documents of the Thirteenth National Congress of Delegates, Vol. 1, National Political Publishing House, Hanoi.

5. Ho Chi Minh (2011), Complete Works, Vol. 12, National Political Publishing House, Hanoi.
6. Trần Văn Giàu (1997), *The Basic Formation of Ho Chi Minh's Thought*, National Political Publishing House, Hanoi.
7. Katherine Muller-Marin (2010), "The Mark of Ho Chi Minh in the Development Process of Humanity and the Country", *Journal of Political Theory*, No. 5-2010, pp. 3-7.

PİYANODA EZBER ÇALMADA KULAK EĞİTİMİNİN ROLÜ: DUYUŞSAL ÖN ALGI VE MOTOR BELLEK İLİŞKİSİ

THE ROLE OF EAR TRAINING IN PLAYING FROM MEMORY ON THE PIANO: THE RELATIONSHIP BETWEEN AURAL ANTICIPATION AND MOTOR MEMORY

Leyla BEKENSİR
Doç, Ankara Üniversitesi Devlet Konservatuvarı Müzik Bölümü Bestecilik Anasanat Dalı
Berrak Elif TOSUN
Öğr. Gör. Dr. Ankara Üniversitesi Devlet Konservatuvarı Sahne Sanatları Bölümü Şan Anasanat Dalı

ÖZET

Bu çalışma, piyanoda ezber çalmada kulak eğitiminin belirleyici rolünü inceleyen betimsel tarama modelinde bir kaynak araştırmasıdır. Çalışmanın amacı, duyuşsal ön algı ile motor bellek arasındaki etkileşimin, piyano performansındaki ezber sürecine nasıl yön verdiğini ortaya koymaktır. Piyanoda ezber çalmanın sadece yoğun performans tekrarlarıyla oluşturulan bir beceri değil; bilişsel, duyuşsal ve motor birlikteliğe dayanan bir süreç olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda kulak eğitimi; müzikal yapıların duyularak anlaşılması, zihinsel olarak temsil edilmesi ve performans sırasında hatırlanması açısından ana unsur olarak öne çıkmaktadır.

Duyuşsal ön algı, ezber sürecinin temel taşlarından biridir. Dolayısıyla duyuşsal ön algıya sahip bir piyanistin çalmadan önce müziği zihninde duyabilmesi, melodik ve armonik ilerleyişi ön görebilmesi ve bu sayede eserin duyuşsal modelini içsel olarak oluşturabilmesi beklenir. Piyanistin bu içsel modelde motor hareketleri, yalnızca kas hafızasına değil aynı zamanda duyuşsal beklentilerin yönlendirdiği geri bildirim mekanizmalarına da dayanır. Bu nedenle güçlü bir duyuşsal ön algı; performans sürecinde yaşanan dikkat dağınıklığı, teknik zorlanma veya hata durumlarında piyaniste duyuşsal bir rehber olarak eşlik eder.

Müzik teorisi, solfej ve dikte gibi kulak eğitimi bileşenleri, hem motor bellek temelli ezber hatalarını önemli ölçüde azaltmakta hem de müziksel materyalin yapısını çözümleme becerisi kazandırmakta önemli rol oynar.

Çalışmanın sonucu, kulak eğitiminin piyanoda ezber çalma sürecinde yalnızca tamamlayıcı bir öğe değil, aynı zamanda önemli bir pedagojik bileşen olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç, duyuşsal süreçlerin performans pedagojisinde daha sistemli ve bilinçli şekilde eğitime dâhil edilmesi gerekliliğini ön plana çıkarmıştır. Buna bağlı olarak, müzik teorisi ve solfej dersleriyle enstrüman derslerinin paralelliğinin sağlanması ve müfredatın dengeli bir şekilde oluşturulması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Piyano, Piyano Eğitimi, Kulak Eğitimi, Ezber Çalma

ABSTRACT

This study is a source-based research conducted within a descriptive survey model, examining the determining role of ear training in playing from memory on the piano. The aim of the study is to reveal how the interaction between aural anticipation and motor memory shapes the memorization process in piano performance. It is known that playing from memory on the piano is not merely a skill formed through intensive performance repetitions, but a process based on

the integration of cognitive, aural, and motor components. In this context, ear training emerges as a central element in terms of understanding musical structures through listening, mentally representing them, and recalling them during performance.

Aural anticipation is one of the fundamental pillars of the memorization process. Accordingly, it is expected that a pianist who possesses aural anticipation is able to hear the music internally before playing, foresee the melodic and harmonic progression, and thereby construct an internal aural model of the work. Within this internal model, the pianist's motor actions rely not only on muscular memory but also on feedback mechanisms guided by aural expectations. For this reason, strong aural anticipation accompanies the pianist as an aural guide during performance, particularly in moments marked by distraction, technical difficulty, or error.

Ear training components such as music theory, solfège, and dictation play a significant role both in substantially reducing errors based on motor memory dependent memorization and in developing the ability to analyze the structure of musical material.

The outcome of the study reveals that ear training is not merely a complementary element but also an essential pedagogical component in the process of playing from memory on the piano. This result underscores the necessity of incorporating aural processes into performance pedagogy in a more systematic and conscious manner. In connection with this, it is recommended that parallelism between music theory/solfège courses and instrumental lessons be ensured and that the curriculum be structured in a balanced way.

Keywords: Piano, Piano Education, Ear Training, Playing from Memory

GİRİŞ

Piyano performansında ezber çalmak, piyanistin sahnedeki güvenini, yorum içeriğini ve teknik akıcılığını doğrudan etkileyen temel bir beceridir. Ezber çalma, yalnızca motor belleğe (parmak alışkanlığına) dayanmaz; aynı zamanda güçlü bir işitsel temele, bilinçli bir müziksel analiz ve içsel ses imgelerine ihtiyaç duyar. Ezberden çalmak müziği gerçekten anlamak, onu zihninde duymak ve hissetmek demektir. Modern araştırmalar, ezber becerisinin sadece mekanik tekrar değil, bilişsel ve duyuşsal bir süreç olduğunu göstermektedir.

Piyanoda ezber çalma, müzik eğitiminin her aşamasında önemli olan ancak çoğu zaman yanlış anlaşılan bir kavramdır. Ezbere çalmanın, çoğu zaman sürekli tekrar yapma ile geliştiği düşünülmektedir. Ericsson ve Kintsch'in (1995) çalışmaları, profesyonel müzisyenlerin ezber çalmaları bilişsel ve işitsel şemalar yoluyla oluştuğunu gösterir. Tekrar sayısı artsa da yalnızca motor belleğe yaslanan ezberin güvenilir olmadığı düşünülür. İşitsel bir referansla desteklenmeyen bellek, performans anında çabuk dağılma eğilimi gösterebilir.

Piyanoda ezberden çalmanın sadece parmak alışkanlıklarına yani motor belleğe değil aynı zamanda müzisyenin içsel işitmesine de dayandığı görüşü çeşitli araştırmalar tarafından da desteklenmektedir. Bir piyanist ezberden çalarken sadece el hareketlerini hatırlamaz; aynı zamanda zihninde müziğin nasıl duyulması gerektiğini de canlandırır. Furuya ve Kinoshita'nın (2008) çalışmasında, profesyonel piyanistlerin amatör piyano çalan bireylere göre müziği zihinlerinde daha iyi duydukları ve bu işitsel rehberliği kullanarak ellerini daha esnek ve kontrollü biçimde yönlendirdikleri görülmüştür. İyi bir ezber performansı için sadece fiziksel tekrar yeterli değildir. Müzisyenin iç kulağının yani sesi zihninde duyma yeteneğinin güçlü olması gerekir. Bu yüzden kulak eğitimi, ezberden çalarken hem istikrar hem de müzikal ifade açısından çok önemli bir faktördür.

Bamberger'e (1995) göre, müzisyenin iyi bir performans sergilemesi için sadece hareketlerin tekrarlanması değil, duyduğu sesi ve armonik yapıyı kavramasıyla gerçekleşir. Motor belleğin şekillenmesi, piyanistin zihninde çaldığı pasajın duyuşuyla alakalıdır. Zihinlinde oluşan bu müziksel model, aslında piyanistin hangi hareketi yapacağını belirler. Bir piyanist için müzik zihinde net olarak canlanmıyorsa ezber çalmak gittikçe zorlaşır ve hata yapmaya neden olur. Akıcı bir şekilde ve kendinden emin çalmak için müziği zihinde duymak şarttır. Zira piyanist tonal merkezleri, melodik hatların yönünü ve armonik fonksiyonları içsel olarak duyduğunda, motor bellek otomatik olarak melodik-armonik yapıya uyum sağlar, performansın kalitesini arttırır.

Ginsborg'un (2004) dikkat çektiği noktalardan biri de şarkılamanın ezberi ne kadar güçlendirdiğidir. Bir müzisyen bir melodiyi sesle ifade edebildiğinde, o melodiyi zihninde çok daha net duyar. İçinden duyduğu bu netlik de çalarken ona büyük bir yön duygusu kazandırır. Bu durum, her enstrümancı için geçerlidir. Çaldığı pasajı şarkılayan piyanist, icra esnasında kendini daha rahat hisseder ve akıcı bir hale getirir. Bu nedenle şarkılamaya dayalı çalışmalar, ezberin daha sağlam ve daha bilinçli olmasını sağlar. Aynı zamanda performansın bütünlüğünü güçlendirir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Ezberden Çalarken Yaşanan Sorunlar ve Çözümler

Piyanoda ezber çalışırken yaşanan sorunların büyük kısmı, piyanistin müziği kulağıyla yeterince takip edememesinden kaynaklanır. Ezber sadece parmak hareketlerine dayandığında, piyanist başlangıçta akıcı ilerlese bile en küçük aksaklıkta yönünü kaybedebilir ve performans bir anda dağılabilir. Bu süreçte en sık görülen problem, motor belleğe fazla güvenmektir. Piyanist pasajı tekrar tekrar çalarak öğrenir; fakat bu tekrarlar müziğin işitsel ve yapısal tarafıyla birleşmediğinde motor bellek tek başına yeterli olmaz. Küçük bir hata bile ezberin tamamen kopmasına neden olabilir. Mishra (2007) çalışmasında çoğu müzisyenin, ezberi genellikle tek bir duyusal kanala dayandırmadığını; müzisyenlerin ezberi daha sağlam hâle getirmek için birden fazla öğrenme biçimini birlikte kullandıklarını vurgulamaktadır.

Bir diğer yaygın sorun, ritmik ve armonik akışın duyulamamasıdır. Ritmi içsel olarak duyamayan piyanistler çalarken hızlanma, yavaşlama veya düzensizlik yaşayabilir; bu da ezberi bozabilir. Armonik yönelimi çözümlemediklerinde ise pasajın nereye gittiğini kestiremezler. Tonal merkez, kadans veya modülasyon noktaları fark edilmediğinde, müziğin akışı takip edilemez hâle gelir. Piyano icracıları tonal merkez değişimlerini dikkate almadıklarında, ezber çalmada zorlanılabilirler. Eserdeki yönelmenin hissedilmemesi, bir sonraki bölüme geçerken tereddüt yaratır ve ezberi zayıflatır. Müziğin "nerede olduğunu" duyamayan piyanist, eserin içinde teknik-müzikal yapılarda ve ezber çalmada kolayca kaybolabilir.

Benzer pasajların karışması, kadans noktalarında duraksama ve hata sonrası toparlanamama gibi sorunlar da işitsel işaret noktalarının eksikliğinden doğar. Zihinde müziği taşıyan bir iç ses olmadığında ezber, sadece notaların akışına dayanır ve performans sırasında kontrol edilemez hâle gelir. Dışsal bir ses kaynağı olmadan yalnızca içsel işitmeye dayalı zihinsel çalışma, çoğu zaman göz ardı edilir. Oysa bu tür alıştırma, icracının hazırlığının en kritik aşamalarından biridir. Piyano icracısı müziği kulağıyla yönlendiremediğinde, ezber mekanik bir zincire dönüşür ve bu zincir en küçük hatada kopar. Bu nedenle sağlam bir ezber için işitsel temelin güçlendirilmesi kaçınılmazdır.

İşitsel Hafıza ve Kulak Eğitimi

İşitsel hafıza, bir müzik parçasının notalarının seslerini bir ses kaynağına güvenmeden duyma yeteneğidir. Kulak eğitiminin önemli boyutlarından olan işitsel hafıza, ezberin kalıcı öğrenilmesi için kritik bir unsurdur. Eserin çalışmasına melodi tanıma yöntemiyle başlanması, ezber çalışması için daha güvenli bir yol oluşturabilir. Piyano eğitimi alan öğrenci, eserin içindeki melodik yapıları tanıyorsa performans sırasında yapısal bütünlüğü korur, yönünü kaybetmez ve çalma süreci kesilmez. Bu yön duygusunun, ezberin sağlamlığı açısından önemli olduğu düşünülebilir.

Ritmik dikte, ezberi destekleyen bir diğer çalışma yöntemidir. Ritim doğru duyulmadığı durumda, icracının çalma temposu hızlanabilir ya da yavaşlayabilir. Bu durum, ezberin bozulmasına sebep olabilir. Ritmik hafıza belleğe yerleştiğinde, performansın akışı daha düzenli hale gelir. Bu nedenle ritim üzerine yapılan küçük ama düzenli alıştırmalar, ezberi fark edilir derecede güçlendirebilir. Armonik dikte çalışmaları ise ezberde zorlanılan noktaların çözümlenmesine yardımcı olur. Armonik fonksiyonların duyulması, eserdeki yönün gidişatını belirler ve ezberin bilişsel iskeletini oluşturur (Chaffin ve Imreh, 2002).

Bütün bu işitsel çalışmaların temelinde, piyanistin müzik kuramı, solfej ve piyano uygulamalarını paralel olarak geliştirmesi yatar. Artaç'a (2021) göre öğrencinin solfej, armoni, form ve müzikal analiz gibi aldığı eğitimlerin yüksek seviyede olması, ezberin temelini oluşturan önemli faktörlerdendir. Teori, solfej ve piyano çalışmalarının birlikte ilerlemesi, ezber sürecini doğrudan güçlendiren temel bir yaklaşımdır. Bu becerilerin eş zamanlı gelişmesi, müziğin hem anlaşılmasını hem de içsel olarak duyulmasını kolaylaştırır ve ezberin daha kuvvetli olmasını sağlar. Ayrıca bu alanlar birbirini desteklediğinde, piyanistin müziği anlama ve takip etme becerisi de gelişecektir.

Etkili Ezber Yöntemleri

Transpozisyon, ezber için faydalı olabilecek önemli bir çalışma şeklidir. Sözer'e (2023) göre transpozisyon, belirli bir tonda yazılmış bir müzik yapıtının, bir başka tonda seslendirilmesi ya da yazılması yöntemidir. Piyanist bir pasajı başka bir tona aktardığında yalnızca ezberlediği parmak hareketlerini tekrar etmez, duyduğu sesleri ve aralarındaki ilişkileri de yeniden düşünür. Bu çalışma biçimi, piyanistin melodik ve armonik ilişkileri gerçekten duyduğunu gösterir. Çünkü bir pasajı başka bir tona aktarabilmek, yalnızca fiziksel hareketleri değil müziğin altında yatan yapıyı da anlamayı gerektirir. Böylece ezber daha yüzeysel bir harekete değil, gerçek bir bilişsel-işitsel temele dayanmış olur.

Müzikal belleğin etkili şekilde gelişmesi amacıyla repertuarın rasyonel bir şekilde öğrenilmesi süreci şu önemli adımları içermelidir:

1.Müzik eserinin formunu analiz etmek, yani yapısını ve bestecilik planını ortaya koymak

2.Eserin bestecinin müzik dilinin özgünlüğünden kaynaklanan genel ezgisel özelliklerini belirlemek

3.Bütün eserin yapısında tek tek bölümler arasındaki somut anlam ilişkilerini kurmak

4. Eserde kullanılan başlıca sanatsal ifade araçlarının özelliklerini ve bunlar arasındaki ilişkileri belirlemek (Zaletina,2017).

Bu adımlar piyanistin eseri sadece ezberlemekle kalmayıp aynı zamanda nasıl kurulduğunu anlamasını sağlar; böylece mantıksal belleği de daha kolay gelişir.

Aralıklar, gamlar, akorlar ve arpejlere ilişkin temel teorik bilgiler, piyano eserlerinin dokusunu analitik olarak incelemek için zorunludur (Zaletina,2017). Bu bilgilerin özellikle piyano eğitiminde aktif biçimde uygulanması, piyano öğrencisinin eserdeki yapıların işlevselliğini ve güncelliğini hissetmesini sağlar. Motor belleğin gelişimi, melodik tekrarlar, benzer hareketler ve belirgin parmak kalıpları içeren eserlerde daha belirgindir. Bu düzenli örüntüler, öğrencinin yapıyı daha kısa sürede kavramasına olanak tanır. (Zaletina, 2017). Bir pasajı istenen hızda çalamadığınızda, o pasajı eserden ayırarak ve ellerinizi klavye üzerinde çalıştırarak yeni bir motor kalıp oluşturmak faydalı olabilir. Bu teknikle, pasajın başlangıç noktalarını belirleyip ezber sürecini hızlandırmak mümkündür.

Motor Bellek ve İşitsel Denetim: İkili Sistem

Piyanoda ezberinde en temel unsur müzikal kulaktır. Kulak eğitimi, sadece solfej derslerinde değil, piyano çalışırken ve müzisyenlik sürecinde hayat boyu geliştirilmelidir. Piyanoda birden fazla müziksel hattı aynı anda duymak ve yönetmek, bilinçli bir işitsel kontrol gerektirir; bu da ezberi sağlamlaştıran bir araçtır. Melodik duyuş müziğin ton ilişkilerini, dizisel hareketlerini ve entonasyon hassasiyetini geliştirme sürecidir. Bir piyanist; melodinin kendi içinde nasıl işlediğini, hangi seslerin kararlı ve hangilerinin geçici olduğunu işitsel olarak fark eder ve böylece ezberde daha sağlam bir temele sahip olur. İç kulak dediğimiz işitsel hayal gücü hem melodiyi hem de armoniyi duyup tekrar edebilmeyi sağlar. Armonik duyuş ise farklı melodik çizgileri ve akorları bir bütün olarak içselleştirip eserin yapısını kavramamızı sağlar (https://nsportal.ru). Nota metnini öğrenirken hem görsel hem işitsel hem de bedensel hafızalar birbiriyle bağlantı kurar. Her nota, bir öncekiyle ve melodik çizgilerle ilişkilendirilerek zihin ve kas hafızasında kalıcı hale gelir. Derslerde, metne geçmeden önce içsel işitsel imgeler geliştirilir; teori ve yapı, gerçek çalınan müzikle birleştirilir. Bu, ezberi güçlendiren ve performansta içsel kontrolü pekiştiren önemli bir yaklaşımdır.

Akulyan (2021) piyanoda teknik gelişimin sadece 'mekanik parmak çalışması' ile açıklanamayacağını, mutlaka işitsel imgeler ve hareket arasında bir bağ gerektiğini vurgular. Yanlış bir nota basıldığında, kulak bunu hemen fark eder ve parmakların doğru notalara yönelmesini sağlar. Çoğu zaman bu süreç bilinç devreye girmeden işler; bu durum işitsel–hareket zincirinin tipik bir örneğidir. Bu gözlem, motor belleğin piyanoda ezberi taşıyan temel mekanizma olmakla birlikte, sürekli olarak içsel işitme tarafından izlenen ve gerektiğinde düzeltilen bir süreç olduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

Zavolzhanskaya'ya (2012) göre, piyanoda çalışırken elin sadece mekanik bir araç olmadığını, aksine zihninde duyulan seslere göre hareket eden bir organ olduğunu gösterir. Piyanistin kas belleği (parmakların alışkanlığı) uzun süreli ve dayanıklıdır; ancak bu belleğin gerçekten etkili olabilmesi için, müzisyenin zihninde net bir ses imgesi olması gerekir. Teknikle başarılı olmak tek başına yeterli değildir; eğer müzisyenin içinde "ne duyurmak istediği" hakkında net bir fikir yoksa, parmakları ne yapacağını bilse bile, eksik kalan bir icra ortaya çıkar. İşitsel öz-denetim, müzisyenin hedeflediği sesi aklında tutup, çaldıktan sonra bunun doğru olup olmadığını kontrol etmesi ve gerekirse düzeltmesi anlamına gelir. Bu yaklaşım, piyanoda sağlam bir teknik, bestecinin stiline uygun bir müzikalite ve ezber oluşturmanın anahtarıdır. Bütün bu becerilerin birlikte uygulanması, nitelikli ve özenli bir performansın sergilenmesini sağlayan önemli unsurlardır.

SONUÇ

Bu çalışmada ortaya konulan temel sonuç, piyanoda ezber çalışmasının sadece motor belleğe dayalı bir mekanik süreç olmadığıdır. Aksine motor bellek, işitsel farkındalık ve müziksel analiz olmak üzere üç temel öğenin bütünleşik bir sistem içinde çalışması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu üç unsurdan herhangi birinin eksikliği, ezberi kontrol edilmesi güç bir konuma

getirir. Araştırmalar göstermiştir ki, yalnızca mekanik tekrar yoluyla öğrenilen ezber, performans sırasında en küçük aksamada bozulabilmektedir. Piyanistin dikkati dağıldığında, sahne gerginliği yaşadığında veya beklenmedik bir hata yaptığında, bu tür ezberin hızla yok olma riski vardır. Buna karşılık işitsel rehberlikle desteklenen ezber, müzisyene performans sırasında yönünü bulma ve ezberi devam ettirebilme kapasitesi sağlar.

Teori ve duyuş arasındaki bağlantı, ezber çalışmasının merkezinde yer almaktadır. Her nota, sadece bir parmak konumu değil; aynı zamanda tonal çerçeve içinde belirli bir işlev, armonik bir konum ve müziksel bir anlam taşır. Armonik ilişkiler, modülasyonlar, tonal merkez değişimleri piyanistin parmakların yönünü belirleyen ince işitsel işaretlerdir. Piyanist bu yapıları duysal olarak içselleştirdiğinde, ezber otomatik olarak sağlamlaşır ve eserin mantıksal akışı piyanistin rehberi haline gelir. Bu perspektif altında, ezber sadece notaların hafızası değil, müzik dilinin derinlemesine anlaşılmasıdır.

Elde edilen bütün bilgiler ışığında, piyanoda ezber çalmak sadece sahne performansının bir gereksinimi değildir; aynı zamanda müzik dilinde sanatsal anlatımı derinleştirmenin bir yoludur. İşitsel ön algı, motor bellek ve bilinçli analiz bir sistem olarak çalışırsa, piyanist müzik eserini derinlemesine kavrar ve bu derinlik sayesinde seyirciye müziksel anlamda güçlü bir anlatım sunar.

KAYNAKÇA

Akulyan, A. (2021). Piyanistin beyninin ve işitsel tasarımlarının piyano tekniği üzerindeki rolü. Erişim adresi: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-golovnogo-mozga-pianista-i-ego-sluhovyh-predstavleniy-v-rabote-nad-fortepiannoy-tehnikoy (Erişim Tarihi, 29.11.2025).

Artaç, A. (2021). Füg Formu Özelinde Piyano Müziğini Ezberleme Üzerine Öneriler. *Journal of Social and Humanities Sciences Research, 8*(75), 2596-2607. http://dx.doi.org/10.26450/jshsr.2725

Bamberger, J. (1995). Reflections on notation: Representing Musical Structure For Performance. In R. Steinberg (Ed.), Music and The Mind Machine: The Psychophysiology And Psychopathology Of The Sense Of Music (pp. 63–80). Berlin: Springer.

Chaffin, R., & Imreh, G. (2002*). Practicing Perfection: Piano Performance As Expert Memory. Psychological Science, 13(4)*, 342–349.

Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). *Long-term Working Memory. Psychological Review, 102(2), 211–245.*

Furuya, S., & Kinoshita, H. (2008). *Expertise-Dependent Modulation of Muscular and Non-Muscular Synergies İn Piano Performance.* Neuroscience, *156(2),* 390–402.

Ginsborg, J. (2004). Singing and Memorisation: Vocal and Auditory İmagery in Performance. In J. W. Davidson (Ed.), The Music Practitioner: Research For The Music Performer, Teacher And Listener (pp. 161–179). Aldershot: Ashgate.

Mishra, J. (2007). Correlating Musical Memorization Styles and Perceptual Learning Modalities. Visions of Research İn Music Education, 9(1), *1–19.*

Sözer, V. (2023). *Müzik Terimleri Sözlüğü.* İstanbul: Remzi Kitabevi.

Kamilova (2017).https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-muzykalno-sluhovyh-obrazov-predstavleniy-v-rabote-nad-razvitiem-ispolnitelskih-navykov-muzykanta/viewer (Erişim Tarihi: 22.11.2025).

https://nsportal.ru/kultura/muzykalnoe-iskusstvo/library/2015/12/03/razvitie-muzykalnogo-sluha-na-urokah-fortepiano (29.11.2025).

Zaletina, A. M. (2017). Metody Produktivnogo Zapominaniya Muzykal'nogo Proizvedeniya Naizust': Metodicheskie Rekomendatsii Dlya Samostoyatel'noy Raboty Studentov [Müzik Eserinin Ezberlenmesinde Üretken Bellek Geliştirme Yöntemleri: Öğrencilerin Bireysel Çalışmaları İçin Metodik Öneriler] İrkutsk, 30s

Zavolzhanskaya I. Y. (2012). Playıng By Ear as a Phenomenon of Free Instrumental Musıc Playıng:An Academıc Aspect. https://cyberleninka.ru/article/n/igra-po-sluhu-kak-fenomen-instrumentalnogo-muzitsirovaniya-obscheteoreticheskiy-aspekt (29.11.2025).

RESTORASYON AMAÇLI HİDROLİK KİREÇ VE KİREMİT TOZU ESASLI ROMA HARÇLARINDA KEÇİ KILI KATKISININ YAPISAL DAVRANIŞA ETKİSİ
THE EFFECT OF GOAT HAIR ADDITION ON STRUCTURAL BEHAVIOR IN HYDRAULIC LIME AND TILE DUST BASED ROMAN MORTARS FOR RESTORATION PURPOSES

Leyla KADERLİ[1],
Dr. Öğr. Üyesi [1]Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Kayseri, 38039, Türkiye, https://orcid.org/0000-0002-3497-6664
Ali İhsan ÇELİK[2],
Doç. Dr. [2]Kayseri Üniversitesi, Tomarza Mustafa Akıncıoğlu Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Kayseri, 38940, Türkiye, https://orcid.org/0000-0001-7233-7647
Hanife BÜYÜKÇEKİÇ[3]
Lisans Öğrencisi [3]Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Kayseri, 38039, Türkiye, https://orcid.org/0009-0001-8142-0351
Sena KIRMIZITAŞ[4],
Lisans Öğrencisi [4]Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Kayseri, 38039, Türkiye, https://orcid.org/0009-0003-8807-1988
Reyhan Meltem DEMİRTAŞ[5],
Lisans Öğrencisi [5]Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Kayseri, 38039, Türkiye, https://orcid.org/0009-0004-8669-1144
Abdullah YILDIZ[6]
Lisans Öğrencisi [6]Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Kayseri, 38039, Türkiye, https://orcid.org/0009-0000-7765-5513

ÖZET
Bu çalışmada, Roma harçlarının mekanik ve fiziksel performansını iyileştirmek amacıyla doğal katkıların etkisi araştırıldı. Antik dönemde dayanımını artırmak amacıyla harca birçok farklı doğal katkılar ilave edilmiştir. Çalışmada hidrolik kireç, kiremit tozu, bazalt tozu ve kumdan oluşan geleneksel harç bileşimine keçi kılı ilave edilerek, lif takviyesinin ve puzolanik etkinin malzeme özelliklerine katkısı değerlendirildi. Numune üretiminde 40×40×160 mm boyutlarında prizma kalıplar kullanılarak; karışım, 300 g hidrolik kireç, 300 g bazalt tozu, 400 g kiremit tozu, ırmak kumu ve 400 g su ilave edildi. Referans numuneye keçi kılı eklenmedi, toplam bağlayıcı miktarının %1 oranında, %2 ve %3'ü oranlarında hacmin bir fraksiyonu olarak keçi kılı ilave edildi. Yaklaşık 12 mm uzunluğunda sahip olan keçi kılı, harcın bağlayıcılık kapasitesini artırması ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesine katkı sağladı. Farklı oranlarda harca ilave edilen Keçi kılı katkılı harç dayanımı, mekanik mukavemeti ve mikro yapıya etkileri açısından deneylerle analiz edildi. Basınç dayanım testine göre %1 keçi kılı ilave edilen harç numunesi 3,68 MPa değeri vererek en yüksek dayanımı, eğilme testine göre ise %3 keçi kılı ilave edilen harç numunesi 2,20 MPa değeri ile en yüksek dayanımı göstermiştir. Sonuç olarak elde edilen bulgular, kullanılan hidrolik kireç, kiremit tozu, bazalt tozu, kum ve keçi kılı katkılı Roma harcının yeniden ele alınarak, daha dayanıklı, çevreci ve özgün nitelikte restorasyon harçlarının geliştirilmesine ve onarımda kullanılmasına bilimsel temel oluşturacaktır.

Anahtar Kelimler: Restorasyon harçları, Roma harcı, Hidrolik kireç, Keçi Kılı.

ABCTRACT
This study investigated the effects of natural additives to improve the mechanical and physical performance of Roman mortars. Many different natural additives were added to mortar in ancient times to increase its strength. In this study, goat hair was added to a traditional mortar

composition consisting of hydraulic lime, tile dust, basalt dust, and sand to evaluate the contribution of fiber reinforcement and pozzolanic effects to the material properties. The mixture was prepared using prism molds measuring 40×40×160 mm in size. The mixture contained 300 g of hydraulic lime, 300 g of basalt dust, 400 g of tile dust, river sand, and 400 g of water. No goat hair was added to the reference sample; instead, goat hair was added as a volume fraction at 1%, 2%, and 3% of the total binder amount. The approximately 12 mm-long goat hair contributed to the mortar's binding capacity and improved mechanical properties. The strength, mechanical strength, and microstructure of mortars containing goat hair added at different ratios were analyzed through experiments. According to the compressive strength test, the mortar sample containing 1% goat hair yielded the highest strength, 3.68 MPa, while the mortar sample containing 3% goat hair yielded the highest strength, 2.20 MPa, in the flexural test. The findings will provide a scientific basis for reconsidering the Roman mortar containing hydraulic lime, tile dust, basalt dust, sand, and goat hair, and for developing more durable, environmentally friendly, and original restoration mortars and their use in repairs.
Keywords: Restoration mortars, Roman mortar, Hydraulic lime, Goat Hair.

GİRİŞ

Tarihsel süreçte yapı taşlarının sürekliliğini sağlayan bağlayıcılar, su ile reaksiyona girdiğinde sertleşerek agrega malzemelerini kenetleyen inorganik kompozit harçlara dönüşmektedir. Bu bağlayıcılar, kimyasal özelliklerine göre havadan CO_2 ile sertleşen (aerobik kireç harçları) ve su altında dahi mukavemet kazanabilen (hidrolik harçlar) bağlayıcılardır. Bu bağlamda, Roma Harcı (Opus Caementicium), antik çağda agrega dolgusunu birbirine bağlayan, suda çözünmeyen, kristalize bileşikler sayesinde üstün bir hidrolik performans sergileyen ve Roma İmparatorluğu'nun kalıcı anıtsal yapılarından su yapılarına kadar birçok farklı yapıda kullanılmıştır. Roma harcı basit kireç karışımına (kalsiyum hidroksit Ca (OH)2, puzolanik katkı (özellikle volkanik kül) eklenmesiyle elde edilmektedir (WardPerkins, 1970; Lamprecht, 1984; Moropoulou ve diğ., 2005). Bu kimyasal dönüşüm, harca su direncini ve uzun vadeli dayanımı kazandırmaktadır.

Jean-Pierre Adam'ın Roman Building Materials and Techniques adlı araştırmasında belirttiği üzere, Baiae bölgesi ve Vezüv Yanardağı çevresindeki Campania şehirlerinin topraklarında doğal nedenlerle olağanüstü özellikler gösteren bir toz türü bulunmaktadır. Bu madde, kireç ve kırma taşla karıştırıldığında yalnızca yapılara dayanıklılık kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda deniz ortamında, suyun altında dahi sertleşebilme özelliğine sahiptir. Bu ifadelerden yola çıkarak, Romalıların yapı teknolojisinde bu doğal malzemeden yararlanarak son derece dayanıklı ve kalıcı yapılar inşa ettikleri anlaşılmaktadır. Özellikle deniz yapılarında bu tozun kullanımı, Roma harçlarının hidrolik özelliklerinin kaynağını ortaya koymaktadır (Adam, 2005, s.130).

Tarihi yapılarda genellikle kum, tuğla ve kiremit kırığı, taş ve mermer agregalar kullanılmıştır. Agrega türü kadar, miktarı, tane boyutu dağılımı ve bağlayıcı/agrega oranı da harcın performansını belirleyen unsurlardandır. İ.S. 2. yüzyıldan itibaren, Romalıların puzolanın kireçle kimyasal reaksiyona girerek harca hidrolik özellik kazandırdığını fark ettikleri belirtilmektedir. Bunun sonucunda, volkanik tüf kökenli puzolanla kirecin karışımından elde edilen "Roma harcı" geliştirilmiştir. Romalılar, bu karışımın klasik kireç harçlarına kıyasla çok daha dayanıklı ve uzun ömürlü olduğunu gözlemleyerek, özellikle sur duvarlarında, tonozlarda ve sivil mimari yapılarda yaygın biçimde kullanmışlardır. Böylece, hidrolik harçların dayanım ve dayanıklılık bakımından diğerlerine göre üstün özellik göstermesi hem hidrolik kireç kullanımıyla hem de doğal puzolan katkısıyla sağlanmıştır (Baturayoğlu,2013).

Tarihi yapıların inşasında kullanılan temel yapı malzemeleri genellikle taş, harçla birleştirilmiş tuğlalar ve ahşaptan oluşmaktadır. Bu tür yapılarda gerçekleştirilen restorasyon çalışmalarında, özgün harç bileşenlerinin oranlarının doğru bir şekilde belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu nedenle, harç örneklerinin kimyasal ve dokusal analizlerinin yapılması, bileşen oranlarının tespit edilmesi ve malzemenin jeolojik kökenine ilişkin özelliklerin bilinmesi, koruma ve onarım süreçlerinin başarısı oldukça önemlidir. Bu değerlendirmeden hareketle, restorasyon çalışmalarında özgün malzeme özelliklerinin anlaşılması, tarihi dokunun hem estetik hem de yapısal bütünlüğünün korunmasına doğrudan katkı sağlamaktadır (Bilgilioğlu,2023).

Günümüzde yapı sektöründe beton ve çelik gibi geleneksel malzemelerin yanı sıra elyaf takviyeli polimer (FRP) ve elyaf takviyeli çimento (FRC) gibi gelişmiş kompozit malzemelerin kullanımı artmaktadır. Elyaf/polimer kompozitlerin yüksek dayanım, düşük ağırlık, korozyon direnci ve düşük bakım gereksinimi gibi olumlu yönleri sayesinde kullanım alanlarının yakın gelecekte önemli ölçüde artacağı belirtilmektedir. Bununla birlikte, araştırmacılar ve mühendisler, bu malzemelerin üretim ve kullanım süreçlerini çevresel açıdan daha sürdürülebilir hale getirme konusunda çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Özellikle geri dönüştürülebilir, biyolojik olarak parçalanabilir ve çevre dostu kompozitlerin geliştirilmesi bu bağlamda öncelikli araştırma alanlarından biridir. Bu bağlamda dünya genelinde katı atık yönetimi büyük bir paya sahiptir; örneğin Avustralya'da 2002 yılında MSW'nin yaklaşık %70'inin herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan depolama alanlarına yönlendirildiği bildirilmiştir. Benzer şekilde, inşaat ve yıkım atıklarının küresel ölçekte katı atıkların önemli bir bölümünü oluşturduğu, bazı kaynaklarda bu oranın %10–30 arasında, Amerika Birleşik Devletleri'nde ise %40'a kadar ulaştığı ifade edilmiştir. Bu doğrultuda, son yıllarda yapılan çalışmalar, sentetik bileşenlerin doğal kökenli malzemelerle ikame edilmesine ve özellikle polimer kompozitlerde doğal elyafların takviye elemanı olarak kullanılmasına odaklanmaktadır (Azwa ve diğ., 2013).

Günümüzde dünya çapındaki bilim insanları, çevre dostu ürünlerin sürdürülebilirliğini ve kalitesini artırarak atmosferin ve biyolojik çeşitliliğin korunmasıyla ilgilenmektedir. Biyo-yenilenebilir özellikleri ve çevre dostu davranışları nedeniyle, insanlar sentetik ve tehlikeli malzemelerin yerine doğal liflere yönelmektedir. Doğal liflerin biyouyumluluk ve hidrofilik özellikler gibi bazı bazı olumsuz yönleri, yeterli kullanım elde etmek için çeşitli yüzey modifikasyonları ve kimyasalların arıtılması yöntemleriyle aşılabilir. Cam elyafına kıyasla daha düşük yoğunluklarına rağmen kompozit malzemeler, inşaat ve mühendislik alanları, tekstil, biyomedikal, biyopolimer, biyosensörler ve akıllı ambalajlama gibi birçok amaç için başarıyla kullanılmıştır. Doğal liflerin kullanımı, atık, çöp sahası, toksik madde ve sera gazı emisyonları gibi kirlilik sorunlarının azaltılmasına yardımcı olacaktır (Madhu ve diğ., 2018, Vinod ve diğ., 2020, Girijappa ve diğ., 2019). Lif; sağlam, ince, uzun bir doku oluşturmaktadır ve bükülmesi kolay bir malzeme türüdür. Liflerin uzunluğu ve bükülmeye elverişli yapısı, yük aktarımının düzenli biçimde ilerlemesine olanak sağlamaktadır. Bu yapısal karakter, liflerin bulunduğu ortamda gerilmelerin daha homojen dağılmasına ve malzemenin bütüncül davranışının iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Yenilenebilir kaynaklı yapıları, düşük yoğunlukları ve biyolojik olarak parçalanabilir olmaları sürdürülebilirlik sağlamaktadır. Yalnızca çevresel sürdürülebilirliğe katkıları değil, aynı zamanda sahip oldukları özgün yapısal özelliklerle de işlevsel bir katkı olarak öne çıkmaktadır (Murdiyanto ve diğ., 2017).

Bu çalışma, geleneksel restorasyon harçlarında yaygın olarak kullanılan hidrolik kireç ve kiremit tozu bileşimlerinin, organik lif katkılarıyla nasıl geliştirilebileceğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Restorasyon uygulamalarında malzemenin tarihsel özgünlüğünü koruyacak, ancak aynı zamanda mekanik ve dayanıklılık performansını iyileştirecek yenilikçi yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Keçi kılı, Roma döneminden itibaren kullanılan doğal bir takviye malzemesi olmakla birlikte, modern restorasyon literatüründe sistematik olarak değerlendirilmiş kapsamlı deneysel çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, keçi kılının hidrolik kireç kiremit tozu esaslı harçlardaki rolünü bilimsel olarak ortaya koymak, hem malzeme mühendisliği hem de tarisel mirasın korunması açısından önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Lif katkısının çatlak oluşumu, enerji yutma kapasitesi, dayanım gelişimi ve

kuruma davranışı üzerindeki etkilerinin nicel olarak belirlenmesi, güncel restorasyon pratiği için uygulanabilir sonuçlar sunmaktadır. Elde edilen veriler, tarihî yapılarda kullanılan harç sistemlerinin özgün malzemeye uygun şekilde iyileştirilmesine ve sürdürülebilir koruma stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, çalışma sonuçlarının hem laboratuvar ölçekli araştırmalara hem de yerinde uygulamalara yol gösterecek nitelikte olması beklenmektedir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Keçi kılı (Capra hircus), keçilerin kırpılması (şevk) yoluyla elde edilen, doğal kaynaklı bir hayvansal liftir. Bu lifin uzunluğu tipik olarak 40 ila 120 mm aralığında değişmektedir. Keçi kılı, 90 ila 120 MPa aralığında bir çekme gerilmesi mukavemeti, %10 ila %30 arasında bir kesme uzaması sergilemektedir. Ayrıca, biyolojik olarak parçalanabilir yapısı, çevre dostu niteliği, pürüzsüz yüzey morfolojisi, yüksek aşınma direnci, elastikiyet, düşük maliyet ve yüksek erişilebilirlik gibi üstün özelliklere sahiptir (Jayaseelan et al., 2017). Tarihi yapıların restorasyon ve güçlendirme çalışmalarında, orijinal yapı malzemesinin özellikleriyle uyumlu (kompatibl) çalışabilecek yeni malzemelerin seçimi kritik öneme sahiptir. Bu gereklilik doğrultusunda, Türkiye Cumhuriyeti Vakıflar Genel Müdürlüğü, eski kayıtlara en yakın formülasyonu elde etmek amacıyla Horasan harcı bileşenlerini yeniden üretmiştir. Hazırlanan bu Horasan harcı formülasyonunda, 0,01 metreküp hacim başına 86 gram keçi kılı takviyesi kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir. Keçi kılı, harç matrisi içerisinde ikincil donatı (reinforcement) işlevi görerek, kompozit harcın çekme mukavemeti performansını artırıcı bir etki sağlamaktadır (Kanıt ve Işık, 2004). Çalışmada kullanılacak Keçi kılının teknik özellikleri Tablo 1.de gösterilmektedir.

Tablo 1. Keçi Kılı teknik özellikleri (Hassas ve diğ., 2025)

Özellik	**Birim**	**Değer**
Uzunluk	(mm)	19
Çap	(mm)	0.003
İncelik	(-)	6333
Lif sayısı	(per 1 kg) (x 10^3)	7,445,845
Toplam uzunluk	(m/kg) (x103)	141,471
Toplan lenf nodu (40 x 40 x 160 mm)	(m)	65,076.7
Yoğunluk	(g/cm^3)	1,5-1,6
Elastikiyet katsayısı	(GPa)	5,5-12,6
Çekme direnci	(MPa)	287-800
Uzama	(%)	3-10
Selülöz	(%)	80-94
Hemiselülöz	(%)	-
Lignin	(%)	-
Doğal nem	(%)	0
24 saat sonra nem soğurumu	(%)	25-50

Keçi kılı harca eklenmek için şekil 1'de gösterildiği gibi 12 mm uzunluğunda lif haline getirilmiştir.

Şekil 1. Keçi kılı lifi

Çalışmada kullanılan öğütülmüş hidrolik kirecin ana bileşeni kalsiyum oksit (CaO) olmakla birlikte, malzemenin hidrolik davranış gösterebilmesi için yapısında çeşitli oksitlerin birlikte bulunması gereklidir. Bu tür kireç; kalsiyum oksit (CaO), kalsiyum hidroksit ($Ca(OH)_2$), silis (SiO_2), alümina (Al_2O_3), demir oksit (Fe_2O_3) ve magnezyum oksit (MgO) gibi bileşenlerden oluşan karmaşık bir yapıya sahiptir. Söz konusu oksitler, kirecin suyla temas ettiğinde sertleşme ve dayanıklılık kazandıran hidrolik fazların oluşmasına zemin hazırlar. Özellikle silisyum (Si) ve alüminyum (Al) içeren oksitlerin suyla reaksiyonu, hidrolik kirecin hem suya karşı direnç göstermesini hem de uzun vadeli mekanik dayanımını artıran bağlayıcı yapıların gelişimini belirleyici biçimde etkiler (Zhang ve diğ., 2023).

Kiremit tozu, yüksek sıcaklıkta pişirilmiş kiremitlerin öğütülmesiyle elde edilen ince taneli ve granüler bir malzeme türüdür. Kiremit üretiminde genellikle kil, şamot ve çeşitli mineraller belirli oranlarda harmanlanır ve bu karışım 1000–1200 °C sıcaklıklarda fırınlanarak son ürün elde edilir (Çatlı ve diğ., 2024). Elde edilen kiremit tozunun kimyasal ve fiziksel özellikleri, kullanılan hammadde bileşimine ve pişirilme parametrelerine göre değişebilir. Doğal yapısından dolayı çevre dostu bir malzeme olarak öne çıkan kiremit tozu, sürdürülebilir inşaat uygulamalarında hem ekonomik hem de ekolojik yararlar sunduğu için dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, kiremit tozuna ilişkin bilimsel araştırmalar ve uygulama çalışmaları, çevreci yapı malzemelerinin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Bazalt, düşük silika içeriğine sahip, bazaltik lavların yüzeye yakın hızla soğumasıyla oluşan ince taneli ve koyu renkli bir volkanik kayaçtır. Tarih boyunca kullanılan bazalt, özellikle Antik Roma döneminde yol kaplamaları ve yapı malzemesi olarak doğal formuyla değerlendirilmiştir. Ancak modern dönemle birlikte bazaltın kullanım alanı büyük ölçüde genişlemiştir. Yüksek dayanım ve ısıya karşı direnç gibi özellikleri, onu otomotivden inşaat mühendisliğine, rüzgâr türbini kanatlarından denizcilik ve sportif ekipman üretimine kadar pek çok sektörde önemli bir malzeme haline getirmiştir. Bu nitelikler, bazaltın çağdaş teknolojilerin gelişiminde etkili bir hammaddelerden biri olmasını sağlamaktadır. İnşaat alanında bazalt; agrega, lif takviyesi veya Portland çimentosuna alternatif oluşturabilecek bağlayıcı malzemelerin üretiminde kullanılabilen çok yönlü bir kaynak niteliği taşır. Alümina silika içeriğinin uygun olması nedeniyle son yıllarda bazalt, jeopolimerlerin sentezinde doğrudan öncü malzeme olarak ya da ince öğütülerek jeopolimer öncülerine katkı sağlayacak bir bileşen şeklinde değerlendirilmektedir (Rashad ve diğer, 2024).

Daha düşük sıcaklıklarda pişirilmiş tuğla parçaları ve barutunun, özellikle Roma harcı veya Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde Horasan harcı olarak bilinen harçlarda puzolanik malzeme olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Tuğla atıklarının öğütülerek veya ezilerek tuğla tozu veya tuğla parçaları haline getirilerek harç ve betonda kullanıldığı bilinmektedir. Kireç harçlarındaki puzolanik katkı maddeleri, antik çağlardan beri suyla temas eden bölgelerde Yunanlılar ve Romalılar tarafından kullanılmıştır (Liguori, 2015).

DENEYSEL METOD

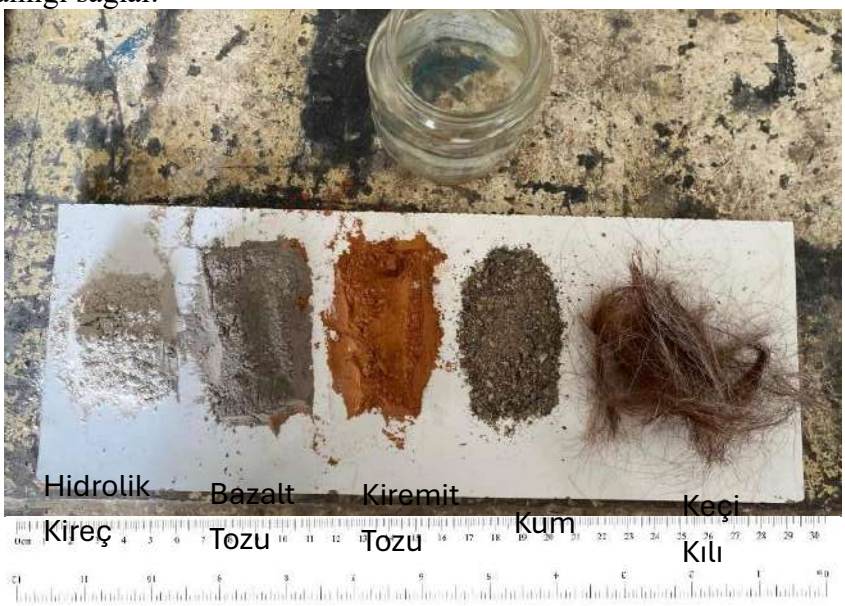
Roma harcının hazırlanmasında kullanılan çeşitli bileşenler Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu malzemelerden Hidrolik Kireç, harcın sertleşmesini sağlayan temel bağlayıcıdır. Kiremit Tozu harcın dayanıklılığını artırarak antik yapılarda mukavemeti sağladığı bilinmektedir (Yue ve Wang, 2024). Kum, yapıya hacim kazandıran ve dayanıklılığı sağlayan temel agregadır. Bazalt tozu, dayanıklılığı ve yoğunluğu artıran, volkanik kaynaklı çevreci bir katkıdır. Keçi Kılı, lif etkisi ile bağlayıcılığı güçlendiren doğal bir katkıdır. Su ise harç malzemelerinin karıştırılmasında gereken akışkanlığı sağlar.

Bu karışımların tüm bu özellikler açısından değerlendirilmesi hem pratik dayanıklılık testleri hem de mikro yapısal analizler ile yapılabilir. Tablo 2'deki Roma harcı karışım oranları, literatürde yer alan benzer araştırmalar dikkate alınarak belirlenmiştir. Karışım bileşenlerinin oranları, hidrolik kireç esaslı harçlarda su/bağlayıcı oranı ve agrega dağılımının harç dayanımı, gözeneklilik ve su emme davranışı üzerindeki etkilerini inceleyen önceki çalışmalarla (Martínez ve diğ., 2024; Stefanidou, 2018; Elsen ve diğ, 2022) uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır.

Tablo 2. Roma harcı deney tasarım tablosu

Numune No	Hidrolik Kireç gr.	Kum gr.	Kiremit tozu gr.	Bazalt Tozu gr.	Su gr.	Keçi Kılı oranı(V)
RH1	300	300	400	300	400	-
RH2	300	300	400	300	400	%1
RH3	300	300	400	300	400	%2
RH4	300	300	400	300	400	%3

Numune üretiminde kullanılan malzemeler, Şekil 2'de gösterilmektedir. Bu malzemelerden Hidrolik Kireç, harcın sertleşmesini sağlayan temel bağlayıcıdır. Kiremit Tozu harcın dayanıklılığını artırarak antik yapılarda mukavemeti sağladığı bilinmektedir (Yue ve Wang, 2024). Kum, yapıya hacim kazandıran ve dayanıklılığı sağlayan temel agregadır. Bazalt tozu, dayanıklılığı ve yoğunluğu artıran, volkanik kaynaklı çevreci bir katkıdır. Keçi Kılı, lif etkisi ile bağlayıcılığı güçlendiren doğal bir katkıdır. Su ise harç malzemelerinin karıştırılmasında gereken akışkanlığı sağlar.



Şekil 2.Harç üretiminde kullanılan malzeme görseli

Tüm malzemelerin eşit şekilde karıştırıldıktan sonra kuru karışıma kademeli olarak su eklendi (Şekil 3a). Homojen, işlenebilir bir harç oluşana kadar karıştırmaya devam edildi. Harcın kalıpları iyice doldurması için titretme sehpasında 3 defa titretme işlemine tabi tutulmuştur. Harç yayılma test sonuçları yapılmış ve işlenebilirlik uygun görülmüştür (Şekil 3b). Uygulama sonrası, harcın uygun şekilde sertleşmesi ve ayarlanması için 28 günlük kürleme yapılmıştır. Çatlaklara neden olabilecek hızlı kurumayı önlemek için hafif sulanarak nemli tutulmuştur.

a) b)

Şekil 3.a) Harcın karıştırılma aşaması, b) Yayılma testi

Şekil 4'te kalıplara doldurulan Roma harcı örnekleri ve elde edilen numuneler görülmektedir. Elde edilen-harç yaklaşık 45 dakikada ilk dayanımını almıştır. 1 haftalık ortam küründen sonra kalıptan çıkarılan numuneler tamamen dayanım kazanmış ve test edilmeye hazır hale gelmiştir.

Şekil 4. Numunelerin kalıplanma aşaması

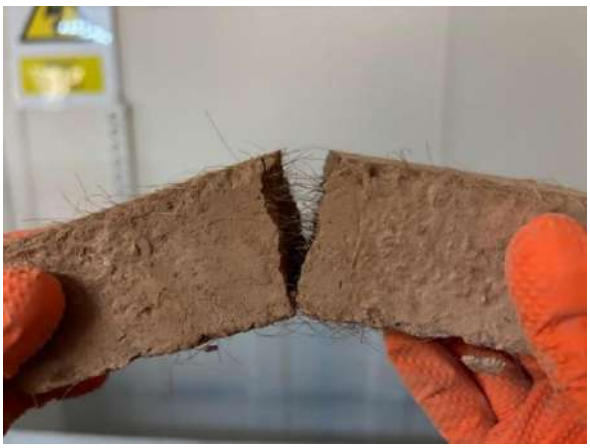
Şekil 5b'de gösterilen harcın mekanik parametresi olan basınç dayanımı, standart boyutlardaki silindir veya küp numuneler üzerinde, TS EN 12390-3 standardına göre belirlenmiştir. Bu deneyde, harç numunesine, üniversal deney makinesi yardımıyla sabit bir yükleme hızında eksenel yük uygulanmıştır. Şekil 5a' da gösterilen Eğilme Deneyi (TS EN 12390-5) harcın eğilmede çekme dayanımı (fleksural dayanım), özellikle eğilme gerilmelerine maruz kalan uygulamalar için hayati öneme sahiptir. TS EN 12390-5 standardına uygun olarak yapılan bu testte numuneler, iki destek üzerine yerleştirilerek orta açıklıkta tek noktadan yükleme yapılarak gerçekleştirilmiştir (Sağlık, Ozmak & Kavuklu, 2017). Bu testlerin yapılması yalnızca tekil sonuçlar elde etmek için değil, hidrolik kireç ve kiremit tozu esaslı Roma harcının

keçi kılı katkısı ile birlikte nasıl davrandığını bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmek açısından büyük önem taşımaktadır. Böylelikle, tarihî yapılarda sıkça kullanılan geleneksel lif katkılı harçların modern koruma uygulamalarında güvenle kullanılabilmesi için bilimsel veriler sağlanmakta, uygun lif oranlarının belirlenmesi, malzemenin dayanıklılığının artırılması ve restorasyon malzemesi olarak performansının optimize edilmesi mümkün hale gelmektedir.

a) b)

Şekil 5. a)Eğilme deneyi b)Basınç deneyi

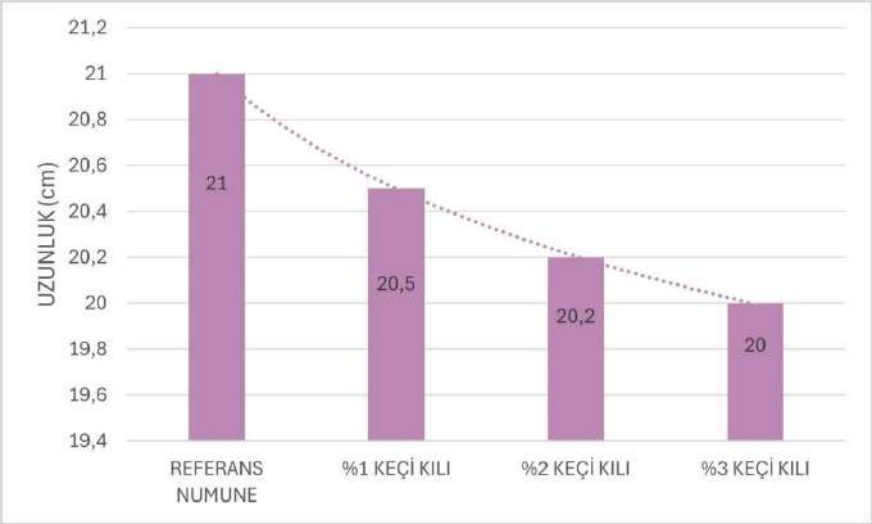
Şekil 6'da kırılan Roma harcı numunesinde keçi kılı lifleri gözlemlenmektedir. Lifler, harç içindeki çatlakları köprüleyerek çatlakların büyümesini yavaşlatmakta ve harcın yük altında dayanma kapasitesini artırmaktadır.Liflerin çoğunlukla homojen dağıldığı ve bazı çatlakları bağladığı görülmektedir.Lif katkısının harcın mekanik dayanımına sağladığı olumlu etkiyi göstermektedir.



Şekil 6.Eğilme deneyi sonrası RH4 numunesi görseli

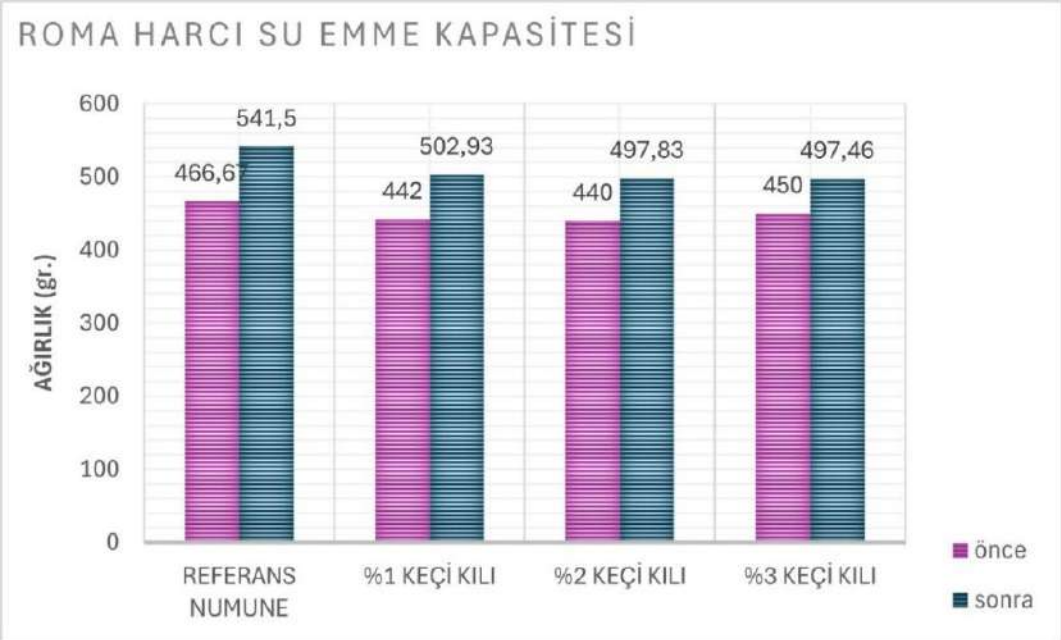
BULGULAR

Üretim sırasında taze Roma harcının yayılma testi Şekil 7'de gösterilmektedir. Harç yayılması artan lif oranına bağlı olarak azalmasına rağmen işlenebilirlik açısından bir sorun yaşanmamıştır.



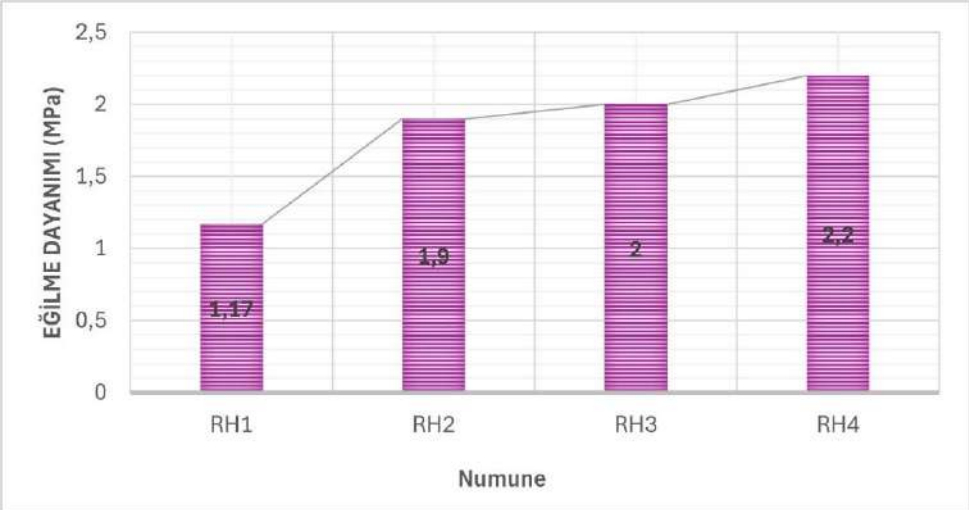
Şekil 7. Yayılma testi grafiği

Numuneler üzerinde yapılan su emme testleri sonucunda elde edilen değerler grafik üzerinde karşılaştırmalı olarak Şekil 8'de gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde, keçi kılı katkı oranındaki artışa bağlı olarak harçların su emme davranışında belirgin değişimler meydana geldiği görülmektedir. Lif içermeyen kontrol numunesi 466,6 g'dan 541,5 g'a çıkarak en yüksek su emme değerini göstermiştir; bu durum yaklaşık %16 oranında bir su alımı artışına karşılık gelmekte, harç bünyesindeki gözenek hacminin ve kapiler boşlukların daha fazla olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Keçi kılı katkılı örneklere bakıldığında, %1 lif oranına sahip numunenin ağırlığı yaklaşık %13,8 oranında su emme gerçekleşmiştir. %2 keçi kılı içeren numunede su emme oranı yaklaşık %13,2 olarak hesaplanmıştır. %3 lif katkılı numune ise yaklaşık %10,5 oranında bir su alımı göstermiştir. Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, keçi kılı katkı oranı arttıkça harçların su emme kapasitesinin azaldığı görülmektedir. Özellikle %3 lif katkısında su emme miktarı, referans numunesine kıyasla yaklaşık %34 daha düşük gerçekleşmiştir. Bu durum, liflerin harç içinde daha homojen bir yapısal bütünlük sağlayarak kapiler boşlukları kısmen doldurmasıyla açıklanmaktadır.



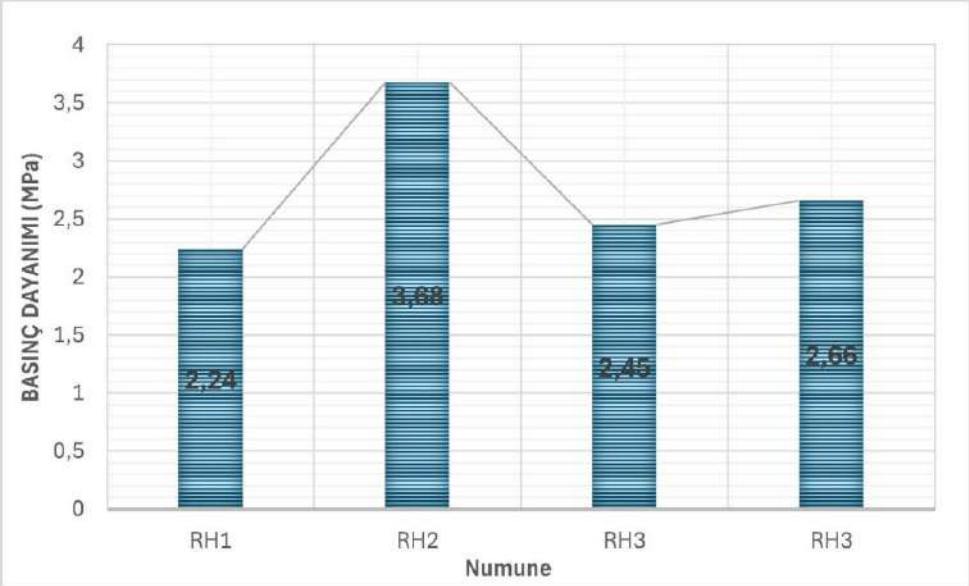
Şekil 8.Su emme kapasitesi grafiği

Şekil 9'da verilen eğilme dayanımı sonuçları, keçi kılı katkısının Roma harcı numunelerinin mekanik performansı üzerinde belirgin bir etki yarattığını ortaya koymaktadır. En düşük dayanım değeri 1,17 MPa ile RH1 numunesinde ölçülmüştür ve bu değer, lif katkısız veya düşük lif oranlı harçların eğilme yükleri altında sınırlı çatlak direncine sahip olduğunu göstermektedir. Lif miktarının artırılmasıyla birlikte eğilme dayanımlarında düzenli bir yükseliş gözlenmiştir. RH2 numunesi 1,90 MPa değeriyle önceki numuneye kıyasla artış sunarken, RH3 numunesinde bu yükseliş 2,00 MPa seviyesine ulaşmıştır. En yüksek dayanım 2,20 MPa ile RH4 numunesinde kaydedilmiş ve keçi kılının belirli bir oranın üzerinde kullanıldığında çatlak ilerlemesini kontrol etme kapasitesinin en verimli şekilde devreye girdiğini göstermektedir.
Liflerin oluşturduğu köprüleme (crack bridging) etkisi sayesinde mikro-çatlakların genişlemesi ve birleşmesi geciktirilmiş, böylece harcın eğilme yükleri altındaki enerji yutma kapasitesi artmıştır. Artan lif miktarının harç bütünlüğünü güçlendirdiği ve çatlak sonrası taşıma kapasitesini artırdığı bu sonuçlarla uyumludur. Keçi kılı katkısının Roma harcı karışımlarında eğilme dayanımını düzenli biçimde artırdığı ve özellikle RH4 numunesiyle temsil edilen numune yüksek lif oranının optimuma yakın bir performans sağladığı görülmektedir.



Şekil 9. Eğilme Dayanım Grafiği

Şekil 10'da verilen basınç dayanımı sonuçları, keçi kılı katkısının Roma harcı numunelerinde basınç altındaki davranışını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. En düşük basınç dayanımı 2,24 MPa ile RH1 numunesinde elde edilmiş ve bu değer, katkısız veya düşük lif içeriğine sahip sistemlerin basınç yükleri altında sınırlı kompaktlık ve mikro-yapısal bütünlük sunduğunu işaret etmektedir. Lif miktarının artırılmasıyla RH2 numunesinde basınç dayanımı 3,68 MPa seviyesine yükselmiş ve tüm numuneler içinde en yüksek değere ulaşmıştır. Bu dikkate değer artış, keçi kılının harç içinde mikro-çatlakların oluşumunu geciktirdiğini, yük transferini daha homojen hâle getirdiğini ve kompozit yapının sıkışma altındaki stabilitesini artırdığını göstermektedir.
Bununla birlikte lif oranının daha da artırıldığı RH3 numunesinde dayanım 2,45 MPa'a düşmüş, RH4 numunesinde ise 2,66 MPa seviyesinde kısmi bir artış gözlenmiştir. Bu durum, aşırı lif içeriğinin işlenebilirliği azaltarak harç içerisinde hava boşluğu oluşumunu artırdığı ve liflerin homojen dağılmasını zorlaştırdığı şeklinde yorumlanabilir. Böylece lif takviyesinin olumlu etkileri belirli bir sınırın üzerinde azalmakta ve optimum lif oranının aşılması performansta düşüşe yol açmaktadır.



Şekil 10. Basınç Dayanım Grafiği

SONUÇ

Bu çalışmada, geleneksel Roma harcının mekanik performansı üzerinde keçi kılı lif takviyesinin etkisi deneysel olarak araştırılmış ve lif miktarındaki değişimin hem basınç hem de eğilme dayanımı üzerindeki rolü değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, keçi kılının belirli oranlarda kullanıldığında harcın mekanik davranışını iyileştirdiğini, ancak her iki özellik için de etkinin farklı eğilimler sergilediğini göstermektedir. Üretilen numunelerde yayılma testi, su emme kapasitesi ölçümü, basınç dayanım testi ve eğilme dayanım testi gerçekleştirilerek lif katkısının harç üzerindeki etkisi ortaya konmuştur.

- Yayılma testinde, taze Roma harcında lif oranı arttıkça yayılma miktarının azaldığını ancak işlenebilirlik açısından bir sorun yaşanmadığını göstermektedir. Lifsiz numune en yüksek yayılmayı sergilerken, %1 –%3 lif katkılı harçlarda sürtünmenin artmasına bağlı olarak akışkanlık kademeli şekilde düşmüştür.

- Su emme kapasitesi grafiği, lifsiz referans numunesinin 466,6 g'dan 541,5 g'a çıkarak en yüksek su emme oranına sahip olduğu ve bu durum yaklaşık %16 oranında bir su alımı artışına karşılık gelmekte, harcın gözenek hacminin ve kapiler boşlukların daha fazla olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Keçi kılı katkısı eklendikçe bu oranın azaldığı anlaşılmaktadır; %1 lif katkılı numunede su emme yaklaşık %13–14, %2 katkılı numunede %13, %3 katkılı harçta ise yaklaşık %10–11 düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar, artan keçi kılı oranının harç içindeki gözenek sürekliliğini azaltarak kapiler su hareketini sınırladığını ve dolayısıyla su emme kapasitesini düşürdüğünü ortaya koymaktadır.

- Basınç dayanımında, RH1 numunesi lifsiz olarak 2,24 MPa ile en düşük değeri gösterirken, lif oranının artırılmasıyla RH2: 3,68 MPa seviyesine ulaşmış ve tüm numuneler arasında en yüksek dayanım elde edilmiştir. RH3 ve RH4 numunelerinde sırasıyla 2,45 MPa ve 2,66 MPa değerleri gözlenmiş, bu durum aşırı lif miktarının işlenebilirliği azaltarak harçta hava boşlukları oluşturduğunu ve liflerin homojen dağılmasını zorlaştırdığını göstermektedir. Sonuç olarak, lif katkısının basınç dayanımı

üzerindeki olumlu etkisi belirli bir seviyeye kadar artmakta, optimum oran aşıldığında performans düşüşü meydana gelmektedir.

- Eğilme dayanımında, RH1 numunesi lifsiz olarak 1,17 MPa değerinde en düşük dayanımı sergilerken, lif oranının artmasıyla RH2: 1,90 MPa, RH3: 2,00 MPa ve RH4: 2,20 MPa seviyelerine ulaşmıştır. Bu sonuç, liflerin mikro-çatlakların ilerlemesini geciktirerek harcın eğilme yükleri altındaki enerji yutma kapasitesini artırdığını ve mekanik performansını iyileştirdiğini göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, keçi kılı takviyesi geleneksel Roma harcının mekanik özelliklerini geliştirme potansiyeline sahiptir; ancak basınç ve eğilme dayanımlarının değişen lif miktarına farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Basınç dayanımı için optimum lif seviyesi sınırlı iken, eğilme dayanımında yüksek oranların olumlu etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Bu bulgular, keçi kılı katkılı Roma harçlarının özellikle çatlak oluşumunun kritik olduğu uygulamalarda daha yüksek performans gösterebileceğini ve malzemenin dayanıklılığını artırmak amacıyla uygun lif oranının dikkatle seçilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Yazma Sürecinde Üretken Yapay Zeka ve Yapay Zeka Destekli Teknolojilerin Beyanı

Bu çalışmanın hazırlanması sırasında yazarlar, okunabilirlik, dil bilgisi, yazım ve metnin üslubu gibi yazımın birçok önemli yönünü iyileştirmek için ChatGPT ve Gemini kullanmışlardır. Bu aracı kullandıktan sonra yazarlar, içeriği gerektiği gibi gözden geçirip düzenlemiş ve yayının içeriğinin tüm sorumluluğunu üstlenmişlerdir.

KAYNAKÇA

Adam, J.-P. (2005). Roman building: Materials and techniques (A. Mathews, Trans.). Routledge. (Original work published 1989).

Azwa, Z. N., Yousif, B. F., Manalo, A. C., & Karunasena, W. (2013). A review on the degradability of polymeric composites based on natural fibres. Materials & Design, 47, 424-442.

Baturayoğlu Yöney, N. (2013). 'Roma Çimentosu' Tarihçesi, Özellikleri ve Onarımı. Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi (10), 53-66.

Bilgilioğlu, H. (2023). Tarihi harç örneklerinin çoklu analitik yöntemler kullanılarak incelenmesi: Tyana Roma Hamamı (Niğde-Kemerhisar) örneği. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12(4), 1157-1167. https://doi.org/10.28948/ngumuh.1274588

B. Liguori, D. Caputo, F. Iucolano (2015). Fiber-Reinforced Lime-Based Mortars: Effect of Zeolite Addition, Construction and Building Materials, p. 455-460, https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.067

Çatlı, G. S., Akbaş, B., Müezzinoğlu, Ş. S., & Çelik, A. İ., (2024). Investıgatıon Of The Effect Of Glass Fıber Addıtıon Of Dıfferent Lengths On Mechanıcal Performance In Horasan Mortar Produced Wıth Hydraulıc Lıme, Tıle Powder, Fly Ash And Basalt Powder. 14th Internatıonal İstanbul Scıentıfıc Research Congress, İstanbul, Turkey.

Girijappa YG, Rangappa SM, Parameswaranpillai V,Siengchin S. (2019). Natural fibers as sustainable and renewable resource for development of Eco-friendly composites: a comprehensive review. Front. Mater 2019; 2:226. https://doi.org/10.3389/fmats.2019.00226.

Hassas, N., Omidi Moaf, F., Kurpińska, M., Bardzińska-Bonenberg, T., Borucka, J., Abdelgader, H. S., & Miśkiewicz, M. (2025). The İmpact of Goat Hair as a Natural Animal Fiber on Properties of The Lightweight Cement Composite. Scientific Reports, 15(1), 6943.

Elsen J., Jackson M. D., Ruiz-Agudo E., (2022). Tarihi Beton Bilimi: Opus Caementicium'dan "Doğal Çimentolara". Öğeler 2022; 18 (5): 301–307. https://doi.org/10.2138/gselements.18.5.301

Kanıt, R. ve Işık, N. S. (2004). Horasan Harcı Kullanılarak Yapılan Model Kemerin Performansının Deneysel ve Sayısal Olarak Belirlenmesi. Politeknik Dergisi Cilt:7 Sayı: 2, (s. 179-183). Gazi Üniversitesi.

Lamprecht, H.-O., (1984). Opus Caementicium, Bautechnik der Römer, by BetonVerlag GmbH, Duesseldorf.

Madhu P, Rangappa SM, Senthamaraikannan P, Pradeep S,Siengchin S, Jawaid M, et al. Effect of various chemical treatments of Prosopis juliflora fibers as composite reinforcement: physicochemical, thermal, mechanical, and morphological properties. J Nat Fibers 2018:1e12. https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1534191.

Jiménez M., J., Fernández P., JJ ve López S., EH (2024). Roma Hidrofobik Harcında (Opus Signinum) Su Tüketimini Ölçen Bir Deney. Avrupa Arkeoloji Dergisi, 27 (4), 488–506. doi:10.1017/eaa.2024.20

Moropoulou, A., Cakmak, A., Labropoulos, K.C., Van Grieken, R. and Torfs, K., (2004). Accelerated Microstructural Evolution Of A Calcium,Silicatehydrate (C-S-H) Phase İn Pozzolanic Pastes Using Fine Siliceous Sources: Comparison With Historic Pozzolanic Mortars, Cemenet And Concrete Research, 34, 1-6.

Murdiyanto D. (2017). Potensi Serat Alam Tanaman Indonesia Sebagai Bahan Fiber Reinforced Composite Kedokteran Gigi. Jurnal Material Kedokteran Gigi 2017; 6(1):14e22.

Rashad, A. M., Mohamed, R. A. E., Zeedan, S. R., & El-Gamal, A. A. (2024). Basalt powder as a promising candidate material for improving the properties of fly ash geopolymer cement. *Construction and Building Materials*, *435*, 136805.

Sağlık, A., Ozmak, M., & Kavuklu, Ö. (2017). Çimento deneyleri (Yayın No. MLZ-1008; 3. Baskı, Güncellenmiş). Orman Ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı, Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğü. Ankara.

Stefanidou, M., Role of Water-Binder Ratio on the Porosity in Lime-Based Mortars, (2018) International Journal on Engineering Applications (IREA), 6 (2), pp. 71-75.doi:https://doi.org/10.15866/irea.v6i2.15378

Vinod A, Rangappa SM, Suchart S, Jyotishkumar P. (2020). Renewable And Sustainable Biobased Materials: Anassessment On Biofibers, Biofilms, Biopolymers And Biocomposites. J Clean Prod 2020; 258 (10):12097. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120978.

Vitruvius, (2021). Mimarlık Üzerine, çev. Çiğdem Dürüşken, İstanbul, Alfa Yayınları.

Ward-Perkins, J.B., 1970. Roman Imperial Architecture, Yale University Press, London.

Yue, W., & Wang, B. (2024). Ceramic-Added Lime And Cement Mortars: A Review Of Applications İn Building Products. *Science progress*, *107*(3), 368504241266559. https://doi.org/10.1177/00368504241266559

Zhang, S., Sun, M., Guo, Q., Zhao, L., & Li, Z. (2023). Study On The Mechanical Properties And Durability Of Hydraulic Lime Mortars Based On Limestone And Potassium Feldspar. *Applied Sciences*, *13*(4), 2412.

THE DYNAMICS OF EXPECTATIONS AND REALITIES IN THE IMPLEMENTATION OF GREEN FINANCE IN INDONESIA'S TRANSITION TO INDUSTRY 5.0: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Lisanatun Kasanah[1] Zahra[2] Indari Umayah[3] Alreiska Roudlotul Hikmah[4]
Department of Management, Universitas Islam Balitar
Department of Accounting, Universitas Pattimura
Department of Management, Universitas Islam Balitar
Department of Accounting, Universitas Islam Balitar

ABSTRACT

Green finance is a key element in supporting Indonesia's transition to Industry 5.0, which emphasizes the synergy between advanced technology, sustainability, and a human-centered approach. As a financial instrument, green finance provides funding for environmentally friendly projects such as renewable energy, waste management, and green technology innovation. Despite its significant potential, the implementation of green finance in Indonesia faces various challenges, including a lack of harmonized regulations, limited access for SMEs, low green finance literacy, and minimal investment in green technology. Through a systematic literature review, this study identifies the gap between ideal expectations and the reality of green finance implementation in Indonesia. Expectations include inclusive funding, regulatory strengthening, and the adoption of sustainability principles across all industrial sectors. However, in reality, green finance adoption remains concentrated in large-scale projects, with challenges such as insufficient green technology support, immature policy coordination, and greenwashing practices. This study also explores the role of key actors, such as the government, industry, and academia, in accelerating the green transformation. Policy recommendations include strengthening green finance regulations, providing fiscal incentives for technological innovation, and enhancing cross-sector collaboration. This research contributes to the development of green finance theory while offering practical insights for policymakers and industry players to accelerate the transition toward a sustainable economy in the Industry 5.0 era.

Keywords: Green Finance, Green Innovation, Sustainability, Industry 5.0

INTRODUCTION

As the industrial revolution reaches new heights of advancement, Industry 5.0 has emerged as a concept drawing worldwide interest. This industrial paradigm emphasizes synergy between artificial intelligence, automation, and sustainability while positioning humans as an integral part of the production process. In Indonesia, the adoption of new technologies and innovations in the industrial sector faces significant challenges, particularly in integrating sustainability practices into all aspects of production. One crucial factor that can drive this transition is green finance, which provides funding for environmentally friendly innovations and technological developments, such as renewable energy and waste management. Green finance offers the resources needed to accelerate the adoption of sustainable practices within Indonesia's energy- intensive industrial sectors. As referenced in a study by Wang et al. (2022), strengthening green finance instruments plays a vital role in supporting green innovation and achieving sustainable development goals.

Green finance as financial tools like green bonds, sustainable investment funds, and funding for projects that help reduce environmental harm and encourage a low-carbon economy.. A study by Sarfraz et al. (2022) found that although the potential of green finance is substantial, its implementation in developing countries, including Indonesia, still faces numerous barriers—for instance, limited understanding among industrial stakeholders and challenges in establishing supportive regulations. As an example, although Indonesia introduced Green Bonds in 2018, their application in other industrial sectors remains very limited. Therefore, an in-depth examination is needed to understand the expectations and realities of green finance implementation in Indonesia's transition toward Industry 5.0.

The literature on the role of green finance in industrial transitions reveals a high level of expectation toward green financing; however, in reality, many industrial sectors have yet to fully utilize its potential. Research by Zhou et al. (2020) indicates that despite government policies and regulations aimed at promoting green finance, green funding remains concentrated in specific sectors, such as renewable energy, rather than being evenly distributed across all industries. Therefore, examining how expectations and the obstacles to implementing green finance influence the shift toward a more environmentally friendly and sustainable industrial sector is crucial.

Moreover, Indonesia's financial sector, despite showing progress in raising awareness of sustainable financing, still requires significant improvements in policies and regulations. A study by Li et al. (2019) found that while developed countries have more mature green finance

markets, Indonesia's remains in its early stages. Uncertainties surrounding definitions and standards of green finance, along with low awareness among industrial actors, are major barriers to expanding the use of green financial instruments.

Further research on the dynamics between expectations and realities of green finance implementation in Indonesia is crucial for identifying factors that hinder or accelerate the transition. A study by Jinru et al. (2022) highlights that Indonesia's industrial sector needs additional incentives to invest in more efficient green technologies. For example, although renewable energy technologies can reduce operational costs in the long term, many companies remain reluctant to invest due to high upfront costs. Green finance is expected to address this challenge by providing the necessary funding for research and development of clean technologies.

The dynamics between expectations and reality are also influenced by social and cultural factors. Many Indonesian industrial stakeholders still lack understanding of the importance of long-term investment in green technologies, focusing instead on short-term profits. According to research by Feng et al. (2021), a paradigm shift in business practices is needed to encourage broader adoption of sustainability measures. In addition to support from financial institutions, increasing industry players' awareness and comprehension of green investment should be prioritized to speed up the adoption of green finance.

Drawing on the existing body of research, this article seeks to examine in greater detail the interplay between expectations and actual outcomes in the application of green finance as Indonesia moves toward Industry 5.0. By conducting a systematic literature review, this article highlights the challenges hindering the adoption of green finance within the industrial sector and presents policy recommendations to help facilitate a successful transition. As a result, this article contributes not only to the theoretical advancement of green finance but also offers practical guidance for policymakers and industry stakeholders on maximizing the potential of green finance to foster a sustainable economy in Indonesia.

THEORETICAL STUDIES

The implementation of green finance has become one of the strategic instruments for supporting sustainable development and the low-carbon economic agenda. For example, Wang, Zhang, and Yuan (2022), in their bibliometric study, show that the concept of "green finance" encompasses policies, infrastructure, and institutional arrangements that facilitate the flow of private capital into green industries through loans, green bonds, insurance, and other financial services. Meanwhile, Xing, Yang, and Chen (2023) emphasize that green finance

plays an essential role in achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) through the allocation of resources to environmentally and socially responsible activities. In Indonesia, regulations such as the Indonesia Green Taxonomy 1.0, reported by the Climate Policy Initiative (2022), indicate that although a framework is already in place, significant barriers still hinder the mobilization of investments into activities that are genuinely green.

On the other hand, the concept of the fifth industrial revolution, or Industry 5.0 (I5.0), has increasingly emerged as a framework that highlights human–machine collaboration, a focus on sustainability, and the integration of social and technological systems. According to Kumar et al. (2023), I5.0 is not merely a technological evolution but must be able to optimize resource use, increase human involvement in production, and holistically minimize environmental impacts.

Furthermore, Dhayal et al. (2023), in their systematic review of 196 articles, conclude that the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0 is closely linked to green finance: ―to achieve decarbonization, the climate-change discussion is merged with Industry 5.0 (I5.0) where green finance (GF) plays a crucial role.

From the expectation perspective, the literature suggests that green finance is anticipated to become a major driver of the industrial transition toward I5.0. Dhayal et al. (2023) identify six key themes in the relationship between green finance and Industry 5.0: green innovations, green manufacturing practices, circular economy, green supply chain management, emerging economies, and net-zero economy. Within this framework, green capital is expected to flow into low-emission technology projects, green supply chains, and human resource innovations aligned with I5.0, thereby creating an industrial ecosystem that is sustainable and adaptive to global changes. In addition, Kapur and Parikh (2024) argue that the integration of fintech/Greentech with green finance is increasingly becoming a bridge between advanced industrial technologies and sustainability-oriented financing.

Nevertheless, in practice, there is a significant disparity between the expectations and the actual implementation of green finance during the Industry 5.0 transition, especially in developing nations like Indonesia. A study by Rizwana et al. (2025) finds that fintech adoption significantly influences green finance in Indonesia's banking sector but has a limited direct impact on green innovation and sustainability performance. Moreover, an evolutionary analysis of green finance by Zhang and Li (2023) indicates that although research and practice in green finance continue to expand, conceptual and institutional fragmentation still undermines its effectiveness. In Indonesia, green taxonomy policies also face operational and investment- verification challenges. As noted by the Climate Policy Initiative (2022), the

traffic-light system within the green taxonomy has not yet effectively facilitated the mobilization of green capital.

Furthermore, the 2024 report by the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) highlights that Indonesia needs to boost productivity, advance digitalization, and speed up its green transition to ensure sustained long-term economic growth. This indicates that technological and financial readiness in Indonesia plays a crucial moderating role between the expectations of green finance and the reality of I5.0 implementation. Thus, the conceptual framework emerging from this review is as follows: regulations and green finance instruments, along with Industry 5.0 technologies (expectations), are intended to drive the adoption of green finance and industrial technologies in the manufacturing and supply-chain sectors. Meanwhile, the reality of implementation is influenced by industrial readiness, human resource and technological capacity, regulatory mechanisms, and financial mobilization. The gap between expectations and reality becomes the central focus of this study.

RESEARCH METHOD

Research Approach

This study employs a qualitative approach using the Systematic Literature Review (SLR) method, which is designed to synthesize primary research findings systematically to produce a comprehensive and scientifically accountable understanding (Siswanto, 2010). SLR is selected because it differs from traditional literature reviews, which are often not documented systematically. According to Hamilton (2019), the qualitative approach aligns with the research objective of understanding the meanings and perspectives of stakeholders regarding the implementation of green finance policies in Indonesia.

Research Paradigm

The research paradigm refers to a constructivist approach, which views social reality as shaped by the experiences, interpretations, and social contexts of the involved actors. Hamilton (2019) emphasizes that qualitative research focuses on how individuals interpret and give meaning to their experiences based on cultural and social contexts.

Data Synthesis Technique

The data were analyzed using a meta-aggregation approach because this method enables the presentation of findings in a comprehensive manner suitable for policy formulation. Siswanto (2010) describes meta-aggregation as a technique that compiles qualitative research findings into higher-level categories and themes, allowing them to be used for evidence-based

policy assessment.

Literature Search Strategy

a. Formulation of Research Questions

The SLR begins with the formulation of research questions as the foundation for each stage of the systematic review process (Siswanto, 2010). The research question in this study is: ―What are the dynamics between expectations and realities in the implementation of green finance within Indonesia's Industry 5.0 transition?

b. Literature Search Strategy

Siswanto (2010) stresses that the search process in an SLR must be conducted in a structured manner and follow scientific procedures to ensure that the selection of literature is replicable. The search process was conducted through databases such as Scopus, Web of Science, ProQuest, ScienceDirect, Garuda, and Google Scholar using keyword combinations including green finance, sustainable finance, industry 5.0, industrial transition, keuangan berkelanjutan, and transisi industri.

c. Inclusion and Exclusion Criteria

The selection of literature was guided by clear inclusion and exclusion criteria to guarantee that only pertinent and high-quality articles were incorporated into the analysis (Siswanto, 2010). The inclusion and exclusion criteria table is presented as follows:

Aspect	Inclusion Criteria	Exclusion Criteria
Types of Publication	Scientific academic government journal articles, proceedings, or financial authority institutional reports, and official research reports.	Editorials, opinion pieces, news articles, or documents without scientific data or methodology.
Types of Study	Empirical or analytical studies examining the implementation, policies, evaluation, or impacts of green finance.	Studies that are purely technical in financial mathematical without any nature (e.g., modeling) policy implementation context.
Geographical Context	Focused on Indonesia or includes Indonesia within its policy analysis.	Does not discuss Indonesia directly or in a relevant manner.
Research Method	Qualitative studies, research, case policy surveys, and mixed-method studies presenting implementation findings.	Studies that do not present a research methodology or lack extractable data.
Publication Time Range	Publications from 2015–2025 to capture the most recent policy and regulatory context.	Studies published outside this range without strong relevance.
Content Relevance	Studies discussing instruments, policies, implementation practices, stakeholder experiences, barriers, or the practical realities of green finance.	Studies not relevant to the theme of green finance or not providing analyzable findings.
Full-Text Availability	Articles available in full text to allow comprehensive analysis.	Articles not available in full text.

d. Article Screening

The screening process was conducted through: 1) Title and abstract selection, 2) Full-text selection, and 3) Documentation of exclusion reasons for transparency. Siswanto

(2010) explains that this stage is a formal component of the structured steps within the SLR process.

e. Article Quality Appraisal

The quality appraisal stage was carried out using qualitative research assessment instruments such as methodological assessment checklists. Hamilton (2019) states that quality appraisal in qualitative research should not be applied mechanistically, as quality strategies must be adapted to the research context. Hamilton also notes that techniques such as researcher reflexivity, researcher triangulation, audit trails, and peer debriefing are part of rigor strategies that can enhance the reliability of findings (Hamilton, 2019).

f. Data Extraction

Siswanto (2010) states that data extraction is an essential stage in an SLR for systematically summarizing key information from each article before entering the synthesis phase. The extracted data include: research objectives, policy context, green finance instruments, main findings, implementation challenges, and recommendations.

g. Data Synthesis

Siswanto (2010) describes that synthesis in meta-aggregation is conducted by: 1) Identifying the key findings of each study, 2) Organizing categories based on similarity of findings, and 3) Developing high-level synthetic themes for drawing conclusions. The synthesis results are then mapped to assess gaps between policy expectations and the realities of green finance implementation.

Research Validity and Rigor

The application of rigor cannot rely on a single standardized approach, as each research design requires context-appropriate strategies (Hamilton, 2019). This study applies the following:

a. Audit trail, to document all methodological decision-making processes;
b. Researcher triangulation, to enhance the consistency of interpretations;
c. Reflexivity, to articulate the researcher's positionality and assumptions;
d. Peer debriefing, as a form of collegial evaluation to strengthen the interpretation of findings.

Hamilton (2019) states that these techniques can enhance the credibility and consistency of qualitative research when applied appropriately.

DISCUSSION

Conceptual Mapping and Research Trends

a. Definitions and Ideal Expectations of Green Finance in the Indonesian Context

Green finance has emerged as a central pillar in international efforts to promote sustainable development and address climate change mitigation. In academic literature, green finance refers to financial tools specifically designed to facilitate environmentally friendly economic initiatives. These include loans, green bonds, equity investments, and insurance products that are structured to finance projects with environmental objectives. In the Indonesian context, the implementation of green finance is regarded not only as a financing tool but also as a national strategy aimed at achieving both national and global sustainability targets (Kirchherr et al., 2023).

Ideal expectations for green finance in Indonesia encompass several core aspects:

1) Climate risk mitigation: Green finance is used to fund projects that contribute to carbon emission reduction and improved energy efficiency (Kirchherr et al., 2023).
2) Promotion of green innovation: Green finance is expected to facilitate environmentally friendly technological innovation in both large industries and MSMEs, thereby enhancing national economic competitiveness.
3) Financial inclusion: Financial literacy and access to funding for green projects especially for MSMEs are among the main goals of green finance. Expanding suchaccess is expected to facilitate a more inclusive green economic transition (Wang et al., 2022).
4) Strengthening regulations and policies: The success of green finance relies on enabling policies such as fiscal incentives and the application of green taxonomies (Fatimah et al., 2023).

Nevertheless, the literature points out several substantial obstacles despite the promising potential of green finance. These challenges include financial institutions' limited ability to evaluate environmental risks, insufficient transparency and availability of data on green initiatives, and the necessity for regulatory alignment between national and local governments (Lahti et al., 2018). Consequently, the literature underscores the critical role of collaboration across government, financial institutions, and industry stakeholders to achieve effective green finance implementation.

b. Industry 5.0 Transition in the Literature

Industry 5.0 is viewed as an evolution of the Fourth Industrial Revolution, with greater emphasis on human–technology collaboration to create value centered on sustainability and human well-being (Acerbi et al., 2022). Within this context, green finance plays an essential role as a primary driver of industrial transformation toward more sustainable business models.

Key findings from the literature regarding the relationship between Industry 5.0 and green finance include:

1) Human-centric and sustainability orientation: Investments are directed toward technologies that humanize work, improve worker well-being, and reduce environmental impacts (Agrawal et al., 2024).
2) Sustainable business model transformation: Firms are encouraged to integrate ESG principles into their value chains, including production, distribution, and consumption (Pieroni et al., 2019).
3) Critical role of the financial sector: Green finance serves as a catalyst in funding green technologies, product innovation, and green infrastructure development (Lahti et al., 2018).

Nevertheless, the implementation of Industry 5.0 in Indonesia faces considerable challenges. The literature reports gaps in technological adoption, limited digital literacy, and the need for supporting infrastructure to enable green transformation (Debrah et al., 2022). Therefore, the transition to Industry 5.0 requires substantial support from green finance to ensure both economic and ecological sustainability.

c. Mapping Research Trends (Temporal and Geographical)

Wang et al. (2022) argue that research on green finance and the transition to Industry 5.0 has increased significantly over the past decade, particularly following the adoption of the Paris Agreement in 2015, which encouraged countries to accelerate investments in climate mitigation projects. Geographically, research foci can be grouped as follows:

1) East Asia (China, Japan, South Korea): These countries lead in developing green finance policies and instruments such as green bonds and low-carbon industrial technologies (Berrou et al., 2018).
2) Europe: Research emphasizes the Green Deal and ESG integration into green finance

frameworks (Pieroni et al., 2019).

3) Southeast Asia (including Indonesia): Studies primarily discuss implementation challenges such as regulatory harmonization and capacity-building needs (Arruda et al., 2021).

In Indonesia, research trends indicate that strategic sectors such as renewable energy, green transportation, and waste management are the primary focus of green finance development. Additionally, literature highlights the potential for Islamic financial institutions to expand the green finance landscape through synergy with sustainability principles.

Identifying Implementation Gaps (Reality)

a. Regulatory and Policy Challenges

One of the major barriers to green finance implementation in Indonesia lies in immature regulatory and policy structures. Although the government has introduced a national green taxonomy and other supporting frameworks, significant gaps still hinder widespread adoption.

1) Absence of standardized green taxonomy: Although OJK has released a green taxonomy, the literature notes that it requires refinement to align with international standards (Arruda et al., 2021).
2) Mismatch between policy and implementation: Studies report that green finance policies are often not followed by consistent implementation. For instance, fiscal incentives for green projects are either insufficient or poorly targeted, discouraging industry players from investing in green initiatives (Kirchherr et al., 2023).
3) Lack of sector-specific regulations: Strategic sectors such as renewable energy and waste management require more detailed regulatory guidance, which current policies do not yet provide (Wang et al., 2022).
4) Weak coordination between national and local governments: Literature shows that discrepancies in policy execution across levels of government hinder effective implementation (Acerbi et al., 2022).

b. Capacity Constraints and Technological Innovation Gaps

Another major challenge is the limited technical capacity and insufficient technological innovation needed to support green finance in the Industry 5.0 era.

1) Limited adoption of green technologies: Many Indonesian firms continue using conventional, energy-inefficient technologies, and investments in green technologies such as IoT for energy management or AI for production efficiency remain scarce

(Lahti et al., 2018).

2) ESG data infrastructure gaps: Systems for ESG reporting are not yet integrated, making it difficult to measure environmental impact and attract investors (Fatimah et al., 2023).
3) Human resource skill gaps: There is a shortage of workers with expertise in green technologies and sustainable management, limiting the ability of companies to transition toward sustainable models (Debrah et al., 2022).
4) Insufficient support for green tech R&D: Both public and private investment in green innovation research remains minimal (Agrawal et al., 2024).

c. Financial and Market Risk Issues

Financial concerns are among the largest obstacles in implementing green finance in Indonesia.

1) High upfront costs of green projects: Many green projects especially renewable energy infrastructure require substantial initial investment, creating hesitation among investors due to perceived high risks (Pieroni et al., 2019).
2) Market risk and economic uncertainty: Market instability and global economic uncertainty affect investor interest, compounded by the lack of transparent information on green investment returns (Berrou et al., 2019).
3) Greenwashing practices: Some companies claim sustainability contributions without verifiable evidence, creating skepticism and eroding investor trust (Berrou et al., 2019).
4) Limited involvement of domestic financial institutions: Many Indonesian financial institutions lack understanding of green finance risks and opportunities, resulting in limited.

Dynamics of Expectations and Reality: Gap Analysis

a. Tensions Between Theoretical Vision and Empirical Evidence

Theoretically, green finance is portrayed as an integrated and inclusive solution capable of accelerating industrial transformation toward sustainability. These expectations assume broad access, abundant funding availability, strong support for green technological innovation, and widespread adoption of ESG principles across all industrial actors.

However, empirical realities differ substantially. In Indonesia, green finance implementation remains limited and is predominantly concentrated in large-scale projects typically managed by state-owned enterprises or major corporations while access for

MSMEs and smaller sectors remains minimal. This is due to limited financial support, underdeveloped ESG data infrastructure, and low literacy and human resource capacity in green technologies.

Table Gap Analysis

Aspect	Expectations (Literature)	Realities (Study Findings)
Project Financing	Green financing is easily accessible across scales, business scales, inclusive, innovation-driven. and	Dominated by green bonds issued by SOEs or large corporations; MSMEs and smaller sectors have very limited access.
Regulations & Standards	Strong support for green technological innovation, ESG integration, and high literacy across sectors.	Limited green technology adoption, weak ESG data infrastructure, significant human-capital skill gaps, and low green R&D investment across many sectors.
ESG Transparency	ESG reporting is transparent and accountable, fostering investor confidence.	Greenwashing practices persist; ESG reporting lacks standardization and transparency remains low in many companies.

b. Roles of Key Actors in Shaping the Dynamics

The conflict dynamics previously described—between expectations and the realities of implementation are largely shaped by the inability of key actors within the system to fulfill the transformative roles expected of them.

1) Government and Regulators (OJK)

The Government and the Financial Services Authority (OJK)/Central Bank play a crucial role as market stewards. Ideally, they are expected to establish firm Environmental Policy Stringency (EPS) and clear institutional frameworks, such as a standardized Green Taxonomy, to guide and send strong signals to the market.

However, in reality, there has been a failure to establish consistent and stringent EPS. This weakness renders the implementation of Green Finance (GF) vulnerable and highly dependent on ad-hoc interventions. Regulators often fail to fully integrate sustainability objectives into their core financial mandates, resulting in policies that are reactive or cosmetic rather than transformative. Consequently, their role shifts dynamically from regulator to guarantor forced to continuously subsidize GF to maintain market stability (as modeled in Multi-Agent Game dynamics), since the market cannot stabilize itself independently.

2) Industry (Business Actors)

Industry actors are expected to serve as front-line agents of change, leading the adoption of circular practices. Expectations position them to adopt Green Innovation Strategies driven by Green Creativity and Green Organizational Identity, as well as investing in high-risk circular business models.

In reality, strong institutional inertia persists, particularly among established firms, against undertaking fundamental strategic change. Instead of holistic transformation, industries often choose minimal circularity practices—such as focusing on recycling— which provide reputational gains while maintaining their core linear business models. The dynamics show that the risks and high costs of Green Innovation (GI), unaccompanied by clear market incentives, lead industries to behave opportunistically, seeking regulatory incentives or subsidies instead of independently driving the transition.

3) Academia

Academia is expected to serve as the knowledge base supporting policy and practice. Expectations require scholars to provide coherent theoretical frameworks, standardized circularity measurement metrics, and relevant empirical evidence (including field-based action research) to guide the market.

However, in reality, despite the surge in research volume, definitional fragmentation persists (e.g., 221 different definitions of Circular Economy). There is also a lack of holistic metrics that adequately capture social dimensions, and limitations in conducting field-based action research. This dynamic creates a gap between theoretical richness and the availability of actionable knowledge that regulators and industry can directly apply.

Future Research Agenda and Directions

a. Underexplored Areas (Research Gaps)

The systematic literature review reveals several research areas that remain relatively underexplored and offer substantial opportunities for future investigation related to green finance, green innovation, and the circular economy.

1) Impact of Green Finance on MSMEs and Industry 5.0

The literature shows very limited empirical research on how green finance influences the transformation of MSMEs within the transition to Industry 5.0. Yet MSME adoption of green finance is strategically important for supporting the circular economy and achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) (Arruda et al., 2021; Agrawal et al., 2024). Future research needs to comprehensively examine the extent to which access to and application of green finance instruments can drive innovation, production efficiency, and sustainability in MSMEs including specific barriers and opportunities.

2) Development of New Circular Economy-Based Business Models

Although existing literature discusses the importance of business model innovation among large firms, research on developing and replicating digital-technology-enabled circular business models for small and medium enterprises remains limited (Fatimah et al., 2023; Lahti et al., 2018; Pieroni et al., 2019). Future research may explore hybrid business models, digital circular businesses, and the integration of ESG principles into e-business applications in developing countries.

3) Integration of Green Innovation and Green Finance in Supply Chains

There is significant potential to study the relationship between green finance, green innovation, and circular supply chain management. Current literature tends to focus on macro-policy perspectives or large corporate case studies, whereas cross-sectoral supply chain integration—particularly in manufacturing and logistics—remains underexplored (Acerbi et al., 2022; Agrawal et al., 2014).

4) Role of Institutions and Regulation in Driving Transformation

The literature stresses the importance of research assessing how policies, regulations, and fiscal incentives can effectively accelerate green finance and green innovation at the national, regional, and local levels (Kirchherr et al., 2023; Debrah et al., 2022). Comparative studies across countries or across regions in Indonesia would provide a more comprehensive understanding of policy effectiveness.

5) Performance Measurement and Impact Assessment of Green Finance

A critical research gap concerns the development of indicators and frameworks for assessing the environmental, social, and economic performance and impact of green investments (Debrah et al., 2022). Future research should aim to create integrated measurement tools usable by businesses, financial institutions, and regulators.

6) Synergy between Digitalization, Green Finance, and Circularity

Digital transformation holds great potential to accelerate the integration of green finance and circular economy practices. However, empirical studies linking digitalization (e.g., big data, IoT, blockchain) with green finance in supporting circularity remain scarce (Acerbi et al., 2021; Fatimah et al., 2023).

b. Policy Implications

Drawing from the results of the systematic literature review (SLR), several policy recommendations can be put forward for stakeholders in Indonesia:

1) Strengthening the Supporting Ecosystem for Green Finance

Government and regulators must enhance ecosystem structures that promote accessibility and inclusiveness of green finance instruments particularly for MSMEs and the informal sector through streamlined procedures, reduced transaction costs, and targeted fiscal incentives (Arruda et al., 2021; Debrah et al., 2022).

2) Development of Standards and Assessment Indicators

Immediate efforts are needed to develop national standards for green taxonomy, performance indicators, and integrated sustainability reporting frameworks to ensure legal certainty and transparency for businesses and financial institutions (Debrah et al., 2022).

3) Incentives for Green Technology and Circular Business Innovation

Government and funding agencies are encouraged to increase incentives for green technology innovation, circular business model adoption, and digitalization through grants, low-cost financing, and technical assistance (Fatimah et al., 2023; Pieroni et al., 2019; Agrawal et al., 2023).

4) Strengthening Synergy between Government, Private Sector, and Academia

Cross-sector collaboration must be continuously strengthened through applied research, pilot projects, and evidence-based policy design. Academia plays a crucial role in providing evidence-based recommendations and developing human capital for green finance (Kirchherr et al., 2023; Acerbi et al., 2021).

5) Accelerating Digital Transformation in Green Finance

Policies promoting digitalization of green finance services (e.g., fintech, circular e-business) must be strengthened to expand outreach to remote regions, enhance efficiency, and increase circular economy impacts (Fatimah et al., 2023).

CONCLUSION

The literature demonstrates that green finance in Indonesia is conceptualized as a strategic instrument to support national sustainability goals, yet its implementation reveals persistent gaps between theoretical expectations and empirical realities. While green finance is expected to drive climate-risk mitigation, technological innovation, financial inclusion, and policy strengthening particularly within the broader transition toward Industry 5.0 empirical evidence highlights significant regulatory inconsistencies, limited sector-specific guidance, weak coordination across government levels, and insufficient technological and human-capital capacity. Research trends further indicate uneven adoption across regions, with Indonesia primarily addressing regulatory harmonization and capacity-building challenges. In practice, high upfront investment costs, market uncertainty, greenwashing risks, and the limited engagement of domestic financial institutions continue to constrain green finance expansion. Consequently, although green finance is positioned as a transformative catalyst for sustainable industrial development, its implementation remains concentrated in large-scale projects, with

MSMEs facing restricted access due to inadequate financial support, ESG data infrastructure gaps, and low green-technology literacy.

BIBLIOGRAPHY

Acerbi, F., Sassanelli, C., & Taisch, M. (2022). A conceptual data model promoting datadriven circular manufacturing. *Operations Management Research*, 15(3), 838-857.

Agrawal, R., Agrawal, S., Samadhiya, A., Kumar, A., Luthra, S., & Jain, V. (2024). Adoption of green finance and green innovation for achieving circularity: An exploratory review and future directions. *Geoscience frontiers*, 15(4), 101669.

Arruda, E. H., Melatto, R. A. P. B., Levy, W., & de Melo Conti, D. (2021). Circular economy: A brief literature review (2015–2020). *Sustainable Operations and Computers*, 2, 79-86.

Berrou, R., Dessertine, P., & Migliorelli, M. (2019). An overview of green finance. The rise of green finance in Europe: opportunities and challenges for issuers, investors and marketplaces, 3-29.

Climate Policy Initiative. (2022). *Indonesia Green Taxonomy 1.0: Yellow Does Not Mean Go*.

Debrah, C., Chan, A. P. C., & Darko, A. (2022). Green finance gap in green buildings: A scoping review and future research needs. *Building and Environment*, 207, 108443.

Dhayal, K. S., Giri, A. K., & Agrawal, R. (2023). Green finance and environmental sustainability: A systematic review and bibliometric analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(18), 29731-29750.

Dhayal, K. S., Giri, A. K., Kumar, A., Samadhiya, A., Agrawal, S., & Agrawal, R. (2023). Can green finance facilitate Industry 5.0 transition to achieve sustainability? A systematic review with future research directions. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(46), 102158-102180.

Fatimah, Y. A., Kannan, D., Govindan, K., & Hasibuan, Z. A. (2023). Circular economy ebusiness model portfolio development for e-business applications: Impacts on ESG and sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 415, 137528.

Feng, Y., Lai, K. H., & Zhu, Q. (2021). Green Supply Chain Innovation Emergence, Adoption, And Challenges. *International Journal of Production Economics*, 248, 108497.

Hamilton, J. B. (2019). Rigor in Qualitative Methods : An Evaluation of Strategies Among Underrepresented Rural Communities. *Qualitative Health Research*, 1–9. https://doi.org/10.1177/1049732319860267

Jinru, L., Changbiao, Z., Ahmad, B., Irfan, M., & Nazir, R. (2022). How do green financing and green logistics affect the circular economy in the pandemic situation: key mediating role of sustainable production. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 35(1), 3836-3856.

Kapur, D., & Parikh, D. (2024). *Green Finance 2.0: Harnessing Fintech for Sustainable Economic Growth*. Springer (pp. 175–188).

Kirchherr, J., Urbinati, A., & Hartley, K. (2023). Circular economy: A new research field?.

Journal of Industrial Ecology, 27(5), 1239-1251.

Kumar, A., Varshney, D., & Sharma, R. (2023). Industry 5.0 – Past, Present, and Near Future. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 145(8), 080801.

Lahti, T., Wincent, J., & Parida, V. (2018). A definition and theoretical review of the circular economy, value creation, and sustainable business models: where are we now and where should research move in the future?. *Sustainability*, 10(8), 2799.

Li, J., Sun, X., & Xue, W. (2019). The Role of Green Finance in Green Innovation and Its Implications for Developing Countries. *Energy Economics*, 110, 106004.

Liu, G., & Xie, R. (2023). *How the coupling of green finance and green technology innovation affect synergistic effect of pollution and emission carbon reduction: Evidence from China*.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2024). *Indonesia: Stronger productivity, digitalisation and green transition are key to the country's future prosperity*.

Pieroni, M. P., McAloone, T. C., & Pigosso, D. C. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of cleaner production*, 215, 198-216.

Rachmawati, W., Wahyudi, S., & Mawardi, W. (2025). Green Finance and Competitiveness in Fintech Adoption: Digital Transformation and Sustainability in Indonesian Banks. *Reaksi: Jurnal Ekonomi, Akuntansi dan Manajemen*, 10(1).

Rizwana, Z. A., Adillah, M., Anggrayni, V., Rosalia, T., Alfandito, M. Z., & Purwanto, E. (2025). The economic impact of fintech adaptation on sustainable banking performance: The role of green finance and innovation in Indonesia. *Journal of Economic Research & Policy Studies*.

Sarfraz, M., Ivascu, L., & Artene, A. E. (2022). Environmental Performance, Green Finance And Green Innovation: What's The Long-Run Relationship Among Variables. *Energy Economics*, 110, 106004.

Siswanto. (2010). Systematic Review Sebagai Metode Penelitian Untuk Mensintesis HasilHasil Penelitian. Buletin Penelitian Sistem Kesehatan, 13(4), 326–333. Underrepresented Rural Communities. *Qualitative Health Research*, 1–9. https://doi.org/10.1177/1049732319860267

Wang, Q. J., Wang, H. J., & Chang, C. P. (2022). Environmental performance, green finance and green innovation: what's the long-run relationships among variables?. *Energy Economics*, 110, 106004.

PASSENGERS PERCEPTION AND SATISFACTION TOWARD THE RAILWAY TRANSPORT SYSTEM IN BANGLADESH

Md Mahmudur Rahman
PhD Fellow, Environmental Science Discipline, Khulna University, Khulna-9208, Bangladesh
Md Sabbir Hosain
MS Student, Department of Geography and Environment, Pabna University of Science and Technology, Pabna- 6600, Bangladesh.
A H M Monzurul Mamun
Assistant Professor, Department of Geography and Environment, Pabna University of Science and Technology, Pabna- 6600, Bangladesh.
Md Mujibor Rahman
Professor, Environmental Science Discipline, Khulna University, Khulna-9208, Bangladesh

ABSTRACT
This study investigates passengers' perception and satisfaction regarding the railway transport system in Bangladesh, focusing specifically on the Rajshahi–Dhaka corridor. The recommissioning of the dual-gauge railway service has substantially increased passenger mobility along this route, underscoring the need to evaluate how service quality aligns with rising demand. As passenger mobility intensifies, improvements in railway services become increasingly essential, as perceptions of service quality shape overall satisfaction and influence travel behavior. Passenger perception is shaped by several interconnected factors, including individual travel behavior, mobility patterns, journey frequency, station-area road infrastructure, and the overall experience of using railway services.
To examine these multidimensional perceptions, a convenience-sampling survey was conducted across station premises and onboard running trains along the Rajshahi–Dhaka route. A total of 260 responses were collected, capturing passengers' assessments of existing facilities and service delivery conditions. The analysis reveals that passengers hold a moderately positive perception of the current railway infrastructure and associated services. More importantly, several perception indicators demonstrate statistically meaningful relationships with the quality of existing railway facilities, indicating that infrastructure conditions significantly influence how passengers evaluate service performance.
The findings highlight the critical link between rising passenger mobility and expectations regarding service enhancement. While the recommissioning of dual-gauge operations has contributed to increased accessibility and route efficiency, gaps remain in aligning infrastructure quality with passenger needs. By identifying the key elements shaping passenger perception and satisfaction, this study provides evidence-based insights that can support targeted improvements in railway service delivery and long-term transport planning in Bangladesh.

Keywords: Passenger, perception, railway transportation, service quality, railway

1. INTRODUCTION
Railway transport remains one of the most efficient and affordable systems of mass mobility, especially in developing and densely populated regions where reliable public transport supports socio-economic connectivity. International research shows that passengers' perceptions of punctuality, safety, accessibility, comfort, and infrastructure strongly influence mobility choices and satisfaction (Milan, 1996; Akiyama & Okushima, 2009; Roy, Barman, & Mitra, 2019). Evidence from India, Japan, and Southeast Asia highlights that rail system

improvements require not only technical upgrades but also an understanding of travel behaviour and station-area conditions in rapidly changing societies (Akiyama & Okushima, 2009; Rangarajan, 2018). Indian studies further reveal that satisfaction depends on ticket availability, cleanliness, staff behaviour, safety, and accessibility (Selvarani & Murugan, 2017; Roy, Barman, & Mitra, 2019), while research in Tripura shows that mobility frequency, feeder-road conditions, and onboard amenities significantly shape satisfaction (Roy, Barman & Mitra, 2019). Findings from Western Indian Railways similarly note that gauge conversion and modernization have increased mobility but unresolved issues persist in comfort, sanitation, and crowding (A Study on Passengers' Satisfaction, Western Indian Railways, 2015; Madras EMU History and Passenger Attitudes, 2018). In Bangladesh, these patterns are also evident, with ongoing challenges in station cleanliness, sanitation, punctuality, feeder-road access, waiting facilities, and interior comfort. Despite the importance of the Rajshahi–Dhaka corridor, passenger-centred studies remain scarce, and no post–dual-gauge evaluation exists. This gap limits understanding of how travel behaviour, accessibility, and service quality jointly shape satisfaction. Therefore, this study assesses passengers' perceptions and satisfaction along the Rajshahi–Dhaka route to support evidence-based improvements and guide Bangladesh Railway's modernization efforts.

2. METHODOLOGY

2.1 Study Design, Area, Sample, and Data Collection

This study employed a quantitative descriptive research design to assess travel behaviour, infrastructure perception, service-related problems, and overall satisfaction among passengers travelling on the Rajshahi–Dhaka intercity corridor. The route, a major transport link between western and central Bangladesh, serves diverse urban, suburban, and rural passengers **(Fig. 1).** The target population included all categories of travellers—daily, weekly, monthly, and occasional users present at stations and onboard trains. A total of 260 respondents were surveyed, with 20 passengers from each of the 13 stations, ensuring proportional and geographically balanced representation across the route. Convenience sampling was adopted due to continuous passenger movement and feasibility in real-time survey environments.

Data were collected using a structured questionnaire divided into six interconnected sections designed to capture a comprehensive understanding of passengers' experiences. The first section assessed travel behaviour and mobility patterns, followed by a second section examining accessibility challenges and the condition of feeder roads leading to stations. The third section focused on passengers' perceptions of station infrastructure, while the fourth evaluated the quality of train interior facilities. The fifth section identified the specific problems passengers encounter during train travel, and the final section measured their overall satisfaction with railway services. Sections C and D used a 5-point Likert scale (1 = Very Poor to 5 = Excellent). Field data were collected over September–November 2025, covering regular and peak travel periods.

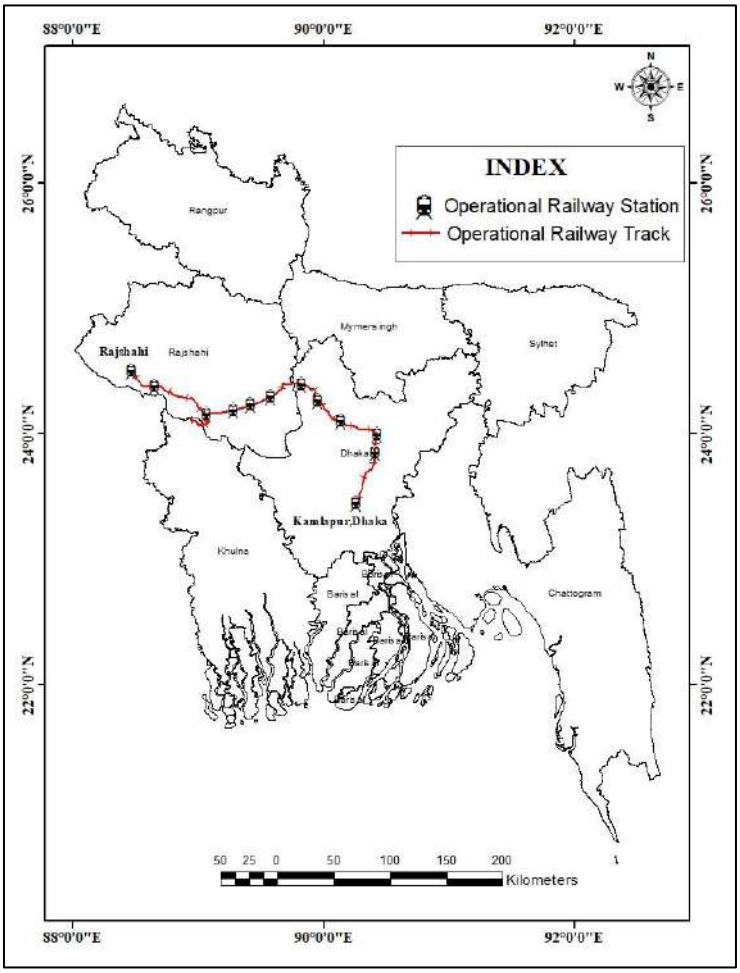


Fig. 1. Location map of the study area.

2.2 Data Processing and Analysis

Collected data underwent coding, entry, and cleaning prior to analysis. Statistical analyses were performed using SPSS v26, applying descriptive statistics such as frequency, percentage, mean, and standard deviation to present distribution patterns and basic characteristics of all variables. Central tendency analysis was used to interpret overall perception trends, while response pattern analysis helped identify the direction and consistency of Likert-scale responses. The analytical approach ensured a coherent and interpretable assessment of passengers' satisfaction, infrastructure conditions, and service-related experiences along the Rajshahi–Dhaka route.

3. RESULT

The study findings are organized under five thematic areas: travel behaviour, accessibility, station and train infrastructure perception, service-related problems, and overall satisfaction **(Fig.2, Fig.3 and Fig.4)**. Passengers reported diverse travel purposes, with education (16.2%) being the most common, followed by administrative work (13.5%) and tourism/religious trips (11.9%). Travel frequency varied, with daily (22.3%), occasional (23.1%), and yearly (21.5%) users forming major segments. Ticket use was nearly evenly split between general tickets (51.9%) and e-tickets (48.1%). In terms of accessibility, Auto/CNG (34.2%) and bikes (20.8%) were the dominant feeder modes; however, nearly half of the passengers waited 15–30 minutes

for transport (49.2%) and required 30–60 minutes to reach stations (50%). Almost half (49.6%) faced difficulties reaching the station, and road conditions were generally moderate to poor.

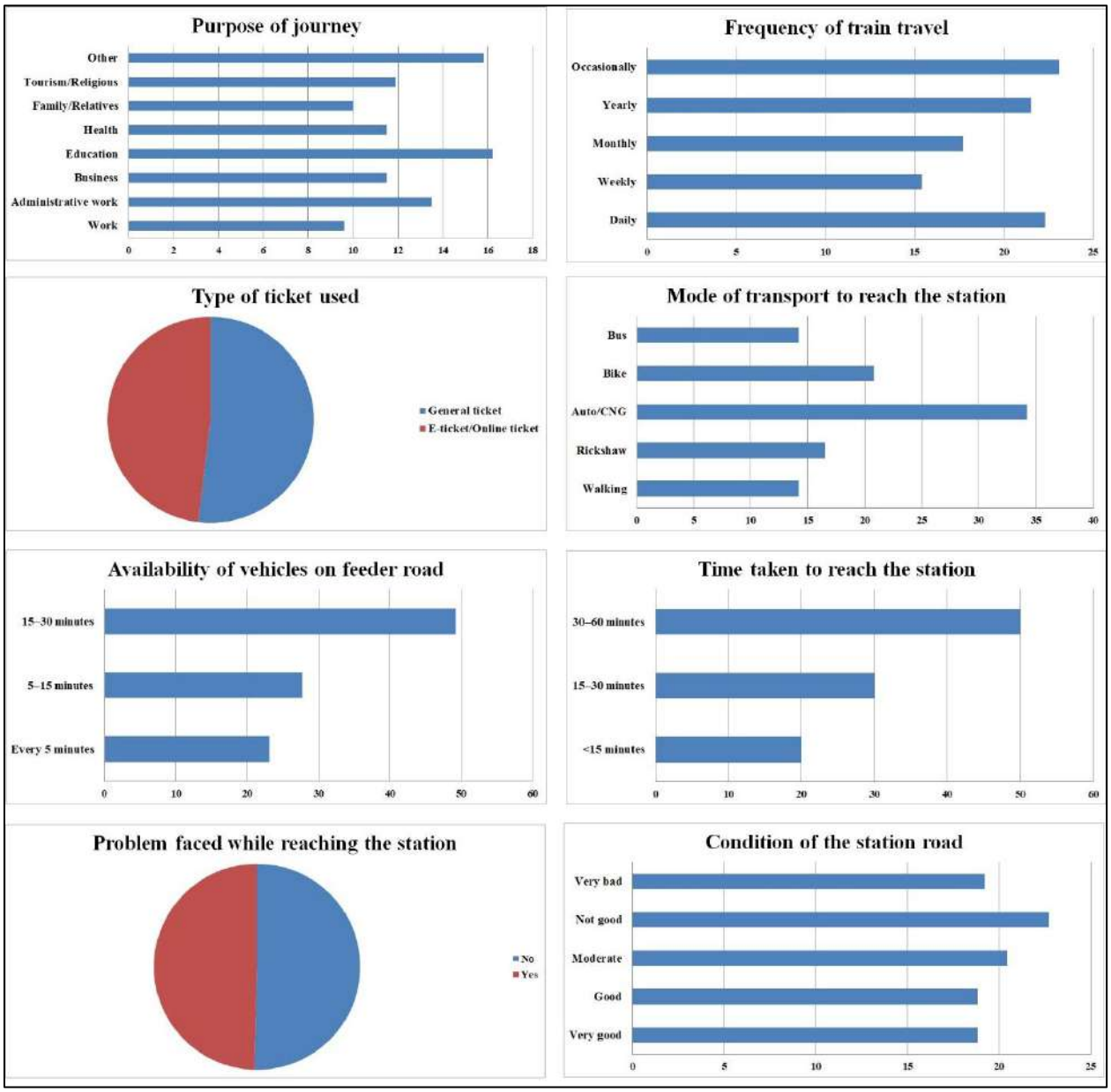


Fig. 2. Composite visualization of passengers' travel behaviour, accessibility, and station–route characteristics along the Rajshahi–Dhaka corridor.

Perceptions of station infrastructure showed moderate satisfaction, with drinking water quality achieving the highest mean score (3.15), while complaint box/help desk received the lowest (2.80). Train infrastructure also received moderate ratings; punctuality scored highest (3.17), whereas toilet conditions scored the lowest (2.84). Major service-related problems included train timing issues (52.3%), delays (50%), dirty or unusable toilets (52.7%), and overcrowding (47.3%).

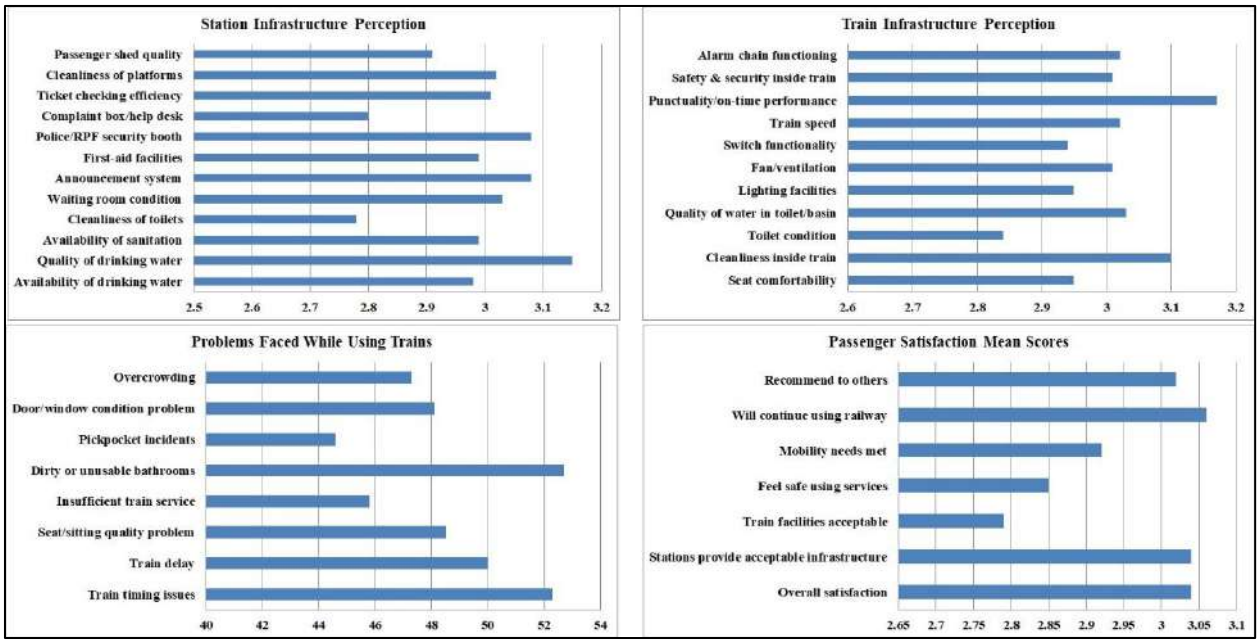


Fig.3. Composite chart of Station Infrastructure Perception, Train Infrastructure Perception, Travel-Related Problems, and Passenger Satisfaction on the Railway Transport System

Overall satisfaction remained moderate, with mean values ranging from 2.79 to 3.06; future intention to use rail scored highest (3.06), while acceptability of train facilities scored lowest (2.79).Satisfaction distribution further showed substantial proportions of strongly disagree (20.4%), neutral (20%), and agree (24.6%) responses, indicating mixed perceptions.

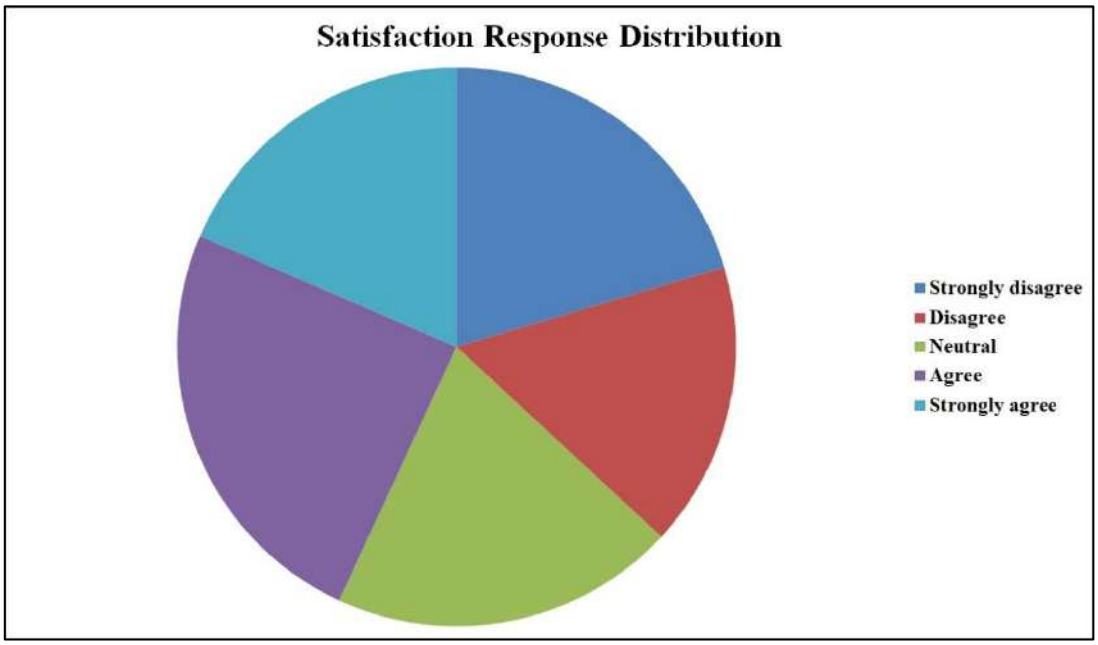


Fig.4. Satisfaction Response Distribution Chart.

Overall, the findings reveal that the Rajshahi–Dhaka route provides moderately acceptable service, but significant improvements are needed in sanitation, punctuality, complaint handling, and station accessibility.

4. DISCUSSION

This study found that passengers on the Rajshahi–Dhaka route experience moderate satisfaction, with persistent issues related to station infrastructure, sanitation, feeder-road access, crowding, and punctuality. These findings closely mirror national and international research. Studies from Villupuram, Surat, Raipur, and Tripura in India highlight that satisfaction is strongly influenced by station cleanliness, safety, interior comfort, ticketing facilities, and staff behaviour (Selvarani & Murugan, 2017; Patel et al., 2020; Pandey et al., 2015). Tripura-based research similarly reports only "moderately satisfied" passengers even after gauge conversion due to incomplete infrastructure upgrades (Roy, Barman & Mitra, 2019). European analysis also identifies punctuality, accessibility, service frequency, and reliability as core determinants of satisfaction (Milan, 1996). Thus, the pattern observed in Bangladesh aligns well with global evidence, although gaps remain in infrastructure development and service delivery.

Passenger perception in this study was shaped by travel purpose, mobility frequency, and accessibility constraints, consistent with behavioural insights from international literature (Akiyama & Okushima, 2009). Poor feeder-road conditions, crowded platforms, sanitation deficits, limited seating, and moderate coach quality were major contributors to dissatisfaction—challenges similarly reported in other South Asian contexts. Although dual-gauge recommissioning increased mobility on the Rajshahi–Dhaka route, infrastructure demand has grown faster than capacity. Clear disparities between larger and smaller stations also reflect infrastructure inequality, a trend previously identified in Tripura (Roy, Barman & Mitra, 2019). These findings reinforce that railway service quality is shaped by an integrated system of station–train–access corridor, rather than any single component.

The use of convenience sampling limits generalizability, and the single-route focus restricts national comparison. Additionally, service-provider perspectives were not incorporated, which may have enriched the analysis. Nonetheless, the significant associations between perception indicators and infrastructure quality validate the study's conclusions. Existing literature also confirms strong links between service quality perception and satisfaction (Patel et al., 2020; Selvarani, 2017). Overall, the findings provide a useful evidence base to guide passenger-centric planning, prioritize infrastructure upgrades, improve sanitation and access roads, and strengthen station-area development efforts within Bangladesh Railway.

5. CONCLUSION

This study offers a clear understanding of passenger travel behaviour, accessibility, infrastructure perception, and satisfaction along the Rajshahi–Dhaka route, revealing moderate overall satisfaction alongside persistent challenges in sanitation, platform cleanliness, feeder-road conditions, seating, safety, interior comfort, and punctuality. Although mobility has increased following gauge conversion, infrastructure capacity continues to lag behind passenger demand. The findings highlight the need for an integrated improvement approach focusing on station-area development, enhanced waiting rooms and sanitation, better coach interiors, improved safety measures, and more reliable and frequent services. By aligning local evidence with national and international studies, this research contributes a meaningful passenger-centric evaluation framework to railway studies in Bangladesh. Future work should incorporate longitudinal assessments, include staff perspectives, compare multiple intercity routes, and apply advanced analytical tools—including GIS-based accessibility analysis, crowding simulations, and SERVQUAL–EFA–SEM models—to support national-level railway service improvement.

REFERENCES

Akiyama, T., and Okushima, M. (2009). Analysis of Railway User Travel Behaviour Patterns of Different Age Groups. Age and Mobility, 33 (1), 6-17.

Milan, J. (1996). The Trans European railway network: Three levels of services for the passengers. Transport Policy, 3 (3), 99-104.

Pandey, S., Dubey, P., & Mukherjee, S. (2015). *Study of passenger's satisfaction with respect to the catering facilities available at Raipur Railway Station*. Excel International Journal of Multidisciplinary Management Studies, 5(6), 23–31

Patel, B. I., Patel, V. B., & Nayak, K. M. (2020). *A study on passengers' satisfaction level for the Western Indian Railways services in Surat City*. *TEST Engineering & Management*, 83, 548–553.

Rangarajan, R. (2018). *Attitude of passengers towards railway service – A study with reference to Chennai Beach to Tambaram suburban train service*. *International Journal of Current Advanced Research*, 7(3), 11046–11049. https://doi.org/10.24327/ijcar.2018.11049.1903

Roy, S., Barman, T., & Mitra, S. (2019). Passengers' perception and persuasion on railway transport system of Tripura. Indian Journal of Landscape Systems and Ecological Studies, 42(1), 115–129.

Selvarani, C., & Murugan, K. (2017). *Passenger's perception towards Indian railway service with reference to Villupuram junction*. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 4(8), 37–41.

EVALUATION OF EDIBLE LANDSCAPES IN URBAN AREAS IN TERMS OF FOOD SAFETY

Mahmut TUĞLUER[1*]

[1]Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Forestry, Landscape Architecture Department, Kahramanmaraş, Türkiye
[1]ORCID ID: 0000-0002-4357-9599
Fatma Özsel ÖZCAN[2]

[2]Haliç University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Health Department, İstanbul, Türkiye
[2]ORCID ID: 0000-0002-4668-5880

ABSTRACT

Edible landscaping practices in cities add value to green spaces by supporting local food access in addition to their aesthetic function. Cultivating fruit trees, aromatic plants, and certain vegetable species in urban green areas can strengthen urban food production and human–nature interaction. However, urban environments do not always provide safe conditions for food production. Traffic congestion, industrial air pollution, pesticide and fertilizer use, inappropriate irrigation water, and intense human–animal interaction may pose risks of chemical, microbiological, and physical contamination in edible plants.

This study aims to evaluate edible plants in terms of food safety within urban landscapes. The findings indicate that pesticide and heavy metal residues may accumulate in plant tissues, irrigation water may increase the risk of microbial contamination, and dust and particulate matter may accumulate on leaf surfaces. The level of risk may vary depending on plant species, location, and maintenance practices.

To minimize these risks, careful species and site selection, limiting pesticide use, implementing biological and mechanical pest control, using safe irrigation water, and ensuring that compost is fully matured are recommended. It is important to avoid planting edible species near roadsides or in areas influenced by industrial activities. Local governments can support safe consumption by establishing specific maintenance protocols for edible landscapes and by providing public information and guidance in community spaces.

Keywords: Edible landscape; Food safety; Urban landscape; Edible plants

1. INTRODUCTION

With the increasing population and urban development, people's relationship with food is changing. While food production is directed towards large agricultural areas outside the city, urban green space arrangements often prioritize aesthetic functions (Lovell, 2010). However, in recent years, interest in the use of edible plants in urban landscapes has increased. The use of fruit trees, medicinal and aromatic plants, and vegetable species in parks, recreational areas, schoolyards, residential neighborhoods, and community gardens highlights the potential for food production in green spaces (McLain et al., 2014; Xie, Yue, & Hu, 2019). This trend demonstrates that green spaces in urban life can serve not only a visual function but also a nutritional and health function (Lovell, 2010). Edible landscapes can support urban residents'

access to fresh and affordable food, contribute to the maintenance of local dietary cultures, and encourage community-based production models (McLain et al., 2014). This approach also contributes to strengthening urban ecology, increasing biodiversity, and enhancing the social value of green spaces (Xie et al., 2019). In these respects, edible landscapes carry multifunctional potential in social, environmental, and economic terms.

However, urban environments do not always provide safe growing conditions for food production. Traffic congestion, industrial activities, and air pollution can lead to the accumulation of pollutants in edible plants in urban landscapes (Säumel et al., 2012). Heavy metals, in particular, can accumulate in plant leaf and fruit tissues, while inappropriate irrigation water and polluted runoff increase the risk of microbiological contamination. Furthermore, uncontrolled chemical applications in landscape use can lead to the detection of pesticide and herbicide residues in plant foods (Alloway, 2013). This requires careful evaluation of edible landscapes in terms of food safety.

The aim of this study is to explain the food safety risks posed by edible plants used in urban landscapes, assess the conditions under which these risks arise, and outline basic approaches that can be applied for safe use. The study examines chemical, microbiological, and environmental exposure processes and offers recommendations for plant selection, growing conditions, and consumption practices. This creates the fundamental assessment framework needed for the healthy and sustainable use of edible landscapes in cities.

2. USE OF EDIBLE PLANTS IN URBAN LANDSCAPES

The use of edible plants in cities expands the functional nature of green space arrangements. In traditional landscaping practices, plants are often selected for purposes such as visual aesthetics, shade, windbreaks, or spatial definition. In the edible landscaping approach, some of these plants can also serve food production purposes, thus creating both ecological and nutritional value within the city (Çelik, 2017).

Edible landscaping practices can be incorporated into various types of spaces. Fruit-bearing trees and shrubs are used in parks and recreational areas; educational vegetable and aromatic plant areas are created in school and campus gardens. Individual and collective production models are also seen in residential neighborhoods and community gardens (Zheng & Chou, 2023). Fruit trees can also sometimes be found in roadside, square, and boulevard plantings; however, environmental pollutant impacts can be higher in these areas (Khalilnezhad et al., 2024).

- Edible plant groups commonly used in urban landscapes can be summarized as follows:
- Fruit Trees: Mulberries, plums, oleasters, olives, cherries, dates, apricots, peaches, etc., and some citrus species.
- Edible Shrubs and Dwarf Species: Small fruit species such as blackberries, currants, and raspberries.
- Aromatic and Medicinal Plants: Sage, rosemary, lavender, thyme, mint, and basil.
- Vegetables and Herbs (especially in community gardens): Tomatoes, peppers, lettuce, spinach, and legumes.

The use of these plants in landscapes can strengthen the connection with nature in urban life and support community relationships (Romanova & Lovell, 2021). Furthermore, the production process contributes to individuals' knowledge of plant cultivation and increases awareness of local food. However, the edibility of plants does not automatically make them safe. If the cultivation and care processes are not managed appropriately, these plants can pose a risk to human health (Orsini et al., 2014).

The edible portion of plants is directly affected by environmental conditions. For example, species with extensive leaf surfaces are more likely to retain airborne pollutants. Species with deep roots can more easily absorb heavy metals accumulated in the soil. Fruit tissues can contain residues after pesticide applications (Uzu et al., 2010).

While the widespread use of edible landscaping in cities has positive effects, it requires careful attention in the planning and management stages. Areas around cities with heavy traffic, industrial areas, or polluted runoff increase the risk in edible landscaping (von Hoffen & Säumel, 2014). Therefore, landscape location and maintenance play a critical role in safe production.

3. MAIN RISKS TO FOOD SAFETY

Edible plants in urban landscapes are exposed to various environmental and management impacts. The area where plants are grown, the irrigation water used, the chemicals applied during maintenance, and human-animal interactions in the environment constitute conditions that must be considered for food safety (Gori, Ferrini, & Fini, 2019). These conditions give rise to three main risk groups: chemical risks, microbiological risks, and physical risks.

3.1. Chemical Risks

Chemical risks include pesticide and herbicide residues, heavy metal accumulation, and nitrate accumulation. Chemical pesticides can be used for weed control and pest management in landscape maintenance practices (Säumel et al., 2012). Residues of these pesticides can remain in the leaves, bark, or fruit tissues of plants and can pose risks to human health during consumption. This risk is particularly pronounced in species such as mint, arugula, or lettuce, whose leaves are consumed directly (Orsini et al., 2014).

Heavy metals found in the urban atmosphere also accumulate on plants. Traffic density, industrial facilities, and former industrial sites constitute sources of heavy metals. Metals such as lead and cadmium can be adsorbed onto leaf surfaces from the air or transported from the soil to the plant via the root system. These metals can be detected on the leaf and fruit surfaces of fruit-bearing species such as mulberries, olives, and jujubes growing along roadsides (Jolly et al., 2013).

Some plants have a physiological tendency to accumulate nitrate. Intensive fertilization, particularly in broadleaf vegetables such as lettuce, chard, and spinach, elevates nitrate levels (Edelstein & Ben-Hur, 2018). Excessive nitrogen fertilization in urban landscapes for rapid growth can increase nitrate accumulation in these plants.

3.2. Microbiological Risks

Microbiological risks are mostly associated with microorganisms from irrigation water, pathogen loads due to soil contact, and surface contamination from public space use. In urban landscapes, irrigation can occur from uncontrolled sources such as ponds, canals, or stored rainwater (Audate et al., 2019). These waters can carry pathogens such as E. coli or Salmonella and can directly contaminate plant surfaces (Cooper et al., 2020).

Soil structure also plays a role in the formation of microbiological loads. When compost and organic fertilizers are not allowed to mature sufficiently, pathogenic microorganisms can survive in the soil. Rapid and uncontrolled organic fertilizer applications in community gardens increase this risk. This contamination is more pronounced on leaf surfaces, where plants come into direct contact with the soil (Ghose & Pettygrove, 2014).

In areas with high human traffic, such as parks, picnic areas, and schoolyards, edible plants are frequently touched. Various microorganisms can be transferred to plant surfaces through hands, shoes, and animal movements. Plants such as mint, parsley, or rosemary planted near children's playgrounds can be affected by this contact (Sierra-Guerrero & Amarillo-Suárez, 2017).

3.3. Physical Risks

Physical risks arise from the accumulation of dust, soot, tire wear particles, and microplastics transported to the plant surface. Urban traffic increases the amount of particulate matter suspended in the air, and these substances can adhere particularly well to leaf surfaces. Aromatic plants with large surface areas, such as rosemary, sage, and lavender, tend to trap these particles (Samara & Voutsa, 2005).

Microplastics form in the urban atmosphere as a result of the wear of brake pads and tire surfaces and can be transported airborne to plant tissues. These particles can be present at levels that are not readily detectable, especially in leaves consumed raw. Surface contact contaminants are more common in plants grown close to urban furniture such as benches, walkways, and trash cans (Baldauf, 2017).

Table 1. Food safety risk types in urban edible landscapes and recommended management strategies

Risk Type	Source / Cause	Plant Parts	Potential Impact	Mitigation and Management Strategies
Heavy Metal Accumulation	Traffic emissions, industrial pollution, contaminated or historically used soils	Leaves, fruits, roots	toxic trace elements	Avoid planting near roads and industrial zones, conduct soil testing, replace topsoil if necessary, peel fruits before consumption
Pesticide and Herbicide Residues	Chemical pest control used in landscape maintenance	Especially leafy edible species	chemical residues	Limit chemicals; prefer biological, mechanical, and cultural pest management; increase plant diversity to enhance ecological resilience
Microbial Contamination	Untreated irrigation water, insufficiently matured compost, animal access, intense human contact	Leaf surfaces and parts in contact with soil	pathogens such as *E. coli* or *Salmonella*	Use safe irrigation sources, apply fully matured compost, restrict animal access, wash produce thoroughly before consumption
Particulate and Dust Deposition	Vehicle exhaust particles, tire and brake wear, general urban dust load	Broad or hairy leaf surfaces (e.g., sage, rosemary)	surface contaminants and pollutants	Select planting sites away from pollution sources, rinse and lightly brush leaves before consumption
Nitrate Accumulation	Excessive nitrogen fertilization and low light conditions	Leafy vegetables (lettuce, spinach, etc.)	nitrate intake	Apply balanced fertilization, optimize light and growth conditions to reduce nitrate accumulation

4. URBAN SPATIAL FACTORS AFFECTING RISKS

The food safety risk posed by edible plants in urban landscapes is not limited to the characteristics of the cultivated species or their care practices. The plant's spatial location, proximity to environmental pollutant sources, and urban infrastructure conditions directly determine the amount of contaminants accumulated in plant tissues (Wortman & Lovell, 2013). The same plant species can be exposed to varying levels of chemical and microbiological risks in different urban areas. Therefore, spatial context is a key determinant in the evaluation of edible landscapes (McClintock, 2010).

Urban roadsides are directly affected by exhaust gases. Aromatic plants or fruit trees grown around busy boulevards and intersections can retain more heavy metals and particulate matter in the air on the surface of their leaves and fruit. Surface contamination increases as the distance between plants and the roadside decreases (Säumel et al., 2012). Species whose leaves are directly consumed are particularly affected by this impact.

Park areas may have lower air pollution levels compared to roadside areas; however, these areas are subject to intense human and animal interaction. Microbiological contamination may be higher in plants near picnic lawns, playgrounds, and dog parks. Bacterial loads on plant surfaces can increase in areas frequently touched by humans and frequently visited (Oliveira et al., 2011).

Schoolyards and community gardens are frequently used areas for edible plants, particularly for educational and communal purposes. These spaces can be suitable for safe production when managed properly. However, the source of irrigation water, compost maturity, and regular maintenance practices determine the level of safety (Guitart, Pickering, & Byrne, 2012). Uncontrolled compost use, indiscriminate harvesting practices by students and community members, or the openness of the area to animal access can increase microbiological and physical contamination.

Urban green spaces, where former industrial areas have been converted, are the most significant site group with soil-borne risks. The past use history of these areas can determine the presence of heavy metal accumulation in the soil. Even if the topsoil is replaced or landscaping soil is laid over time, deep-rooted fruit trees can reach old contamination layers in the soil (De Kimpe & Morel, 2000).

The edible part of the plant also affects the risk level. Plants with large leaf surfaces, such as basil, mint, and sage, retain more airborne particles; however, surface contamination may be lower in fruits consumed with or without their peels. Root vegetables, on the other hand, carry a direct risk of soil contamination (Brown et al., 2016).

All of these factors highlight the importance of location information, environmental analyses, and care plans in evaluating edible plants in urban landscapes. Safe consumption is impossible without knowing the environmental conditions a plant is exposed to.

5. USE PRACTICES FOR EDIBLE PLANTS IN URBAN LANDSCAPES

To safely utilize edible plants in urban landscapes, plant selection, growing conditions, care practices, and consumption processes must be considered together. Risk reduction is possible through both spatial planning and care management.

5.1. Species and Location Selection

Plant species vary in their response to environmental impacts. Fruit species that are less prone to heavy metal accumulation and can be consumed peeled may be safer in urban settings than

those primarily consumed with leaves (Murray et al., 2009). The broad, hairy leaves of aromatic species can retain more airborne particles. Therefore, the use of leafy edible species should be limited in areas with high traffic density and industrial activities.

When selecting the location of edible landscape areas, avoid locations near roadsides, intersections, parking lots, workshops, and similar pollution sources. Edible species can be grown more safely in areas with cleaner airflow, such as parks, courtyards, and campus gardens. If past soil use is unknown, heavy metal analyses should be performed, and if necessary, the topsoil should be regenerated (Abadias et al., 2008; Landis, Wratten, & Gurr, 2000).

5.2. Maintenance, Irrigation, and Pest Management

Pesticide and herbicide use directly increases the risk of residue on edible plants. Therefore, biological, mechanical, and cultural control methods should be preferred over chemical control in urban landscapes (Säumel et al., 2012). Methods such as beneficial insects, natural enemy species, and interplant permeability and diversity can be effective in pest control. In areas with high air pollution, surface accumulation can be reduced by frequently rinsing plants.

The water source used for irrigation determines the level of microbiological risk. Using untreated surface water, park ponds, or canal water directly for irrigation can lead to the transfer of harmful microorganisms to the plant surface (Cooper et al., 2020). Therefore, irrigation water should be obtained from reliable sources, or drip irrigation systems should be used. In organic fertilizer and compost applications, material that has completed its maturation process should be used.

5.3. Harvesting and Consumption Practices

Plants should be washed with plenty of water before consumption, and light rubbing or brushing should be applied to reduce dust and particle retention on the surface (Baldauf, 2017). For plants consumed raw, soaking them briefly in vinegar or salt water can reduce surface load. For root vegetables, peel removal is important; for leafy vegetables, harvesting from the top may be safer.

It is important for users of community gardens, schoolyards, and public production areas to be informed about basic hygiene and care principles (Audate et al., 2019). Informational signs, community care days, and educational programs can support a culture of safe consumption. Figure 1. schematically shows the pollution of urban trees due to environmental conditions.

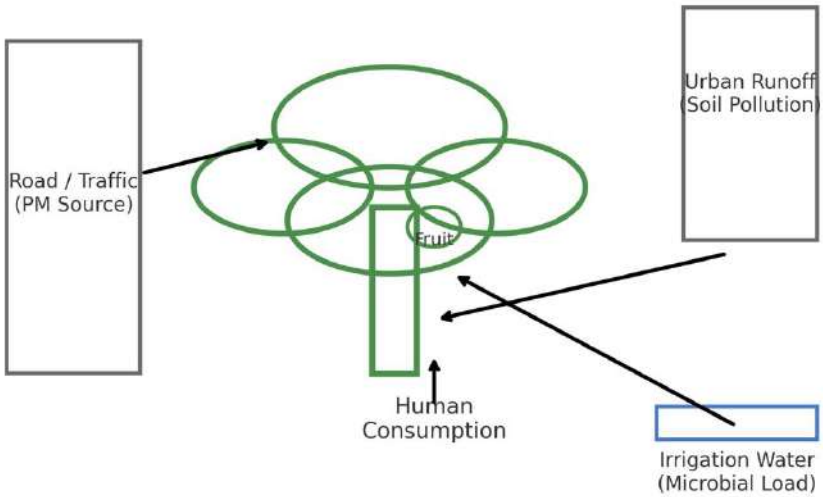


Figure 1. Urban tree contamination pathways.

6. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The increased use of edible landscapes in cities is valuable for food access, community interaction, and ecological awareness. Fruit trees, aromatic plants, and edible ornamental plants provide a function in production and nutrition in park and garden arrangements. However, the exposure of plants to various pollutants in the urban environment requires caution for safe consumption.

Urban traffic, industrial activities, intense human movement, and inappropriate irrigation sources can lead to chemical, microbiological, and physical contamination in plants. Heavy metals, pesticide residues, dust, and microorganisms can accumulate on the plant surface. Therefore, the location of edible landscapes, their maintenance system, and the plant's consumption method become key factors determining the level of risk.

To utilize edible landscapes safely, species and location selection must be made carefully. Nuts and species less sensitive to air pollution can be grown in safer locations than roadsides and industrial areas. The source of irrigation water should be known, and organic fertilizer and compost should be applied after a sufficient maturation period. Pesticide use should be reduced; biological and mechanical management should be preferred for pest control.

Local governments play a decisive role in this process. Separate care guidelines for edible species can be prepared in park and green space maintenance protocols. Soil and water analysis programs can be implemented regularly. Informative signage and educational practices in community gardens and schoolyards can support users in developing safe consumption habits. Furthermore, regulations limiting pesticide use can be implemented in urban landscape management.

In conclusion, edible landscapes have the potential to support access to food in cities; however, to utilize this potential effectively, the cultivation, maintenance, harvesting, and consumption processes must be consciously managed. When appropriate planning and control mechanisms are in place, edible landscapes gain functional value from environmental, social, and nutritional perspectives. Ensuring food safety in edible landscapes requires a holistic approach linking spatial planning, ecological management, and public awareness.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the Kahramanmaraş Sütçü İmam University Scientific Research Projects Coordination Unit under Project Number UKSP 2025/8-4. The authors gratefully acknowledge this financial support.

REFERENCES

Abadias, M., Usall, J., Oliveira, M., Alegre, I., & Viñas, I. (2008). Efficacy of neutral electrolyzed water (NEW) for reducing microbial contamination on minimally-processed vegetables. *International journal of food microbiology*, *123*(1-2), 151-158.

Alloway, B. J. (Ed.). (2012). *Heavy metals in soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability* (Vol. 22). Springer Science & Business Media.

Audate, P. P., Fernandez, M. A., Cloutier, G., & Lebel, A. (2019). Scoping review of the impacts of urban agriculture on the determinants of health. *BMC public health*, *19*(1), 672.

Brown, S. L., Chaney, R. L., & Hettiarachchi, G. M. (2016). Lead in urban soils: a real or perceived concern for urban agriculture?. *Journal of environmental quality*, *45*(1), 26-36.

Cambardella, M. C. (2013). Food-producing landscape design safety considerations in the peri-urban development of East Village Monroe.

Cooper, A. M., Felix, D., Alcantara, F., Zaslavsky, I., Work, A., Watson, P. L., ... & Schroeder, J. I. (2020). Monitoring and mitigation of toxic heavy metals and arsenic accumulation in food crops: A case study of an urban community garden. *Plant direct*, *4*(1), e00198.

Çelik, F. (2017). The importance of edible landscape in the cities. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *5*(2), 118-124.

De Kimpe, C. R., & Morel, J. L. (2000). Urban soil management: a growing concern. *Soil science*, *165*(1), 31-40.

Edelstein, M., & Ben-Hur, M. (2018). Heavy metals and metalloids: Sources, risks and strategies to reduce their accumulation in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, *234*, 431-444.

Ghose, R., & Pettygrove, M. (2014). Urban community gardens as spaces of citizenship. *Antipode*, *46*(4), 1092-1112.

Gori, A., Ferrini, F., & Fini, A. (2019). Reprint of: Growing healthy food under heavy metal pollution load: Overview and major challenges of tree based edible landscapes. *Urban forestry & urban greening*, *45*, 126292.

Guitart, D., Pickering, C., & Byrne, J. (2012). Past results and future directions in urban community gardens research. *Urban forestry & urban greening*, *11*(4), 364-373.

Jolly, Y. N., Islam, A., & Akbar, S. (2013). Transfer of metals from soil to vegetables and possible health risk assessment. *SpringerPlus*, *2*(1), 385.

Khalilnezhad, M. R., Taheri, M. R., Russo, A., Nasseh, N., & Taheri, A. (2024). Designing healthy edible cities: investigating the environmental and spatial factors affecting urban fruit safety. *Cities & Health*, 1-8.

Landis, D. A., Wratten, S. D., & Gurr, G. M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual review of entomology*, *45*(1), 175-201.

Lovell, S. T. (2010). Multifunctional urban agriculture for sustainable land use planning in the United States. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 250–258.

McClintock, N. (2010). Why farm the city? Theorizing urban agriculture through a lens of metabolic rift. *Cambridge journal of regions, Economy and Society*, *3*(2), 191-207.

McLain, R., Poe, M., Hurley, P. T., Lecompte-Mastenbrook, J., & Emery, M. (2014). Producing edible landscapes in Seattle's urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(1), 11–18.

Murray, H., Thompson, K., & Macfie, S. M. (2009). Site-and species-specific patterns of metal bioavailability in edible plants. *Botany*, *87*(7), 702-711.

Oliveira, M., Usall, J., Viñas, I., Solsona, C., & Abadias, M. (2011). Transfer of Listeria innocua from contaminated compost and irrigation water to lettuce leaves. *Food microbiology*, *28*(3), 590-596.

Orsini, F., Gasperi, D., Marchetti, L., Piovene, C., Draghetti, S., Ramazzotti, S., et al. (2014). Exploring the production capacity of rooftop gardens (RTGs) in urban agriculture: the potential impact on food and nutrition security, biodiversity and other ecosystem services in the city of Bologna. *Food Security*, *6*(6), 781-792.

Philips, A. (2013). *Designing urban agriculture: A complete guide to the planning, design, construction, maintenance and management of edible landscapes*. John Wiley & Sons.

Romanova, O., & Lovell, S. (2021). Food safety considerations of urban agroforestry systems grown in contaminated environments. *Urban Agriculture & Regional Food Systems*, *6*(1), e20008.

Samara, C., & Voutsa, D. (2005). Size distribution of airborne particulate matter and associated heavy metals in the roadside environment. *Chemosphere*, *59*(8), 1197-1206.

Säumel, I., Kotsyuk, I., Hölscher, M., Lenkereit, C., Weber, F., & Kowarik, I. (2012). How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetable crops from plantings within inner city neighbourhoods in Berlin, Germany. *Environmental Pollution*, *165*, 124-132.

Sierra-Guerrero, M. C., & Amarillo-Suárez, A. R. (2017). Socioecological features of plant diversity in domestic gardens in the city of Bogotá, Colombia. *Urban Forestry & Urban Greening*, *28*, 54-62.

Uzu, G., Sobanska, S., Sarret, G., Muñoz, M., & Dumat, C. (2010). Foliar lead uptake by lettuce exposed to atmospheric fallouts. *Environmental science & technology*, *44*(3), 1036-1042.

von Hoffen, L. P., & Säumel, I. (2014). Orchards for edible cities: Cadmium and lead content in nuts, berries, pome and stone fruits harvested within the inner city neighbourhoods in Berlin, Germany. *Ecotoxicology and environmental safety*, *101*, 233-239.

Wortman, S. E., & Lovell, S. T. (2013). Environmental challenges threatening the growth of urban agriculture in the United States. *Journal of environmental quality*, *42*(5), 1283-1294.

Xie, Q., Yue, Y., & Hu, D. (2019). Residents' attention and awareness of urban edible landscapes: A case study of Wuhan, China. *Forests*, *10*(12), 1142.

Zheng, Z. W., & Chou, R. J. (2023). The impact and future of edible landscapes on sustainable urban development: A systematic review of the literature. *Urban Forestry & Urban Greening*, *84*, 127930.

DEVELOPMENT OF A GOLD NANOPARTICLE-BASED LATERAL FLOW TEST FOR RAPID DETECTION OF VIBRIO CHOLERA SPECIES

Maimun MOHAMED[1*], Sumeyra SAVAS[2*]
1 Student at Bandirma Onyedi Eylul University faculty of Medicine ,Department of Medical Microbiology
2 Bandirma Onyedi Eylul University, Medical School, Department of Clinical Microbiology, Bandirma, Türkiye

ABSTRACT
Cholera, caused by Vibrio cholerae (V. cholerae) spp., remains a significant global health issue, particularly in regions with inadequate water and infrastructure. Each year, cholera affects an estimated 1.3 to 4.0 million people and results in approximately 21,000 to 143,000 deaths. The economic impact is also substantial; global losses can reach up to $3 billion annually due to healthcare expenses and lost the productivity. Current diagnostic methods, including culture-based techniques and PCR, are accurate but costly and require advanced laboratory facilities, delaying diagnosis in resource-limited areas. The proposed methodology involves the synthesis of gold nanoparticle-polymer composites (AuPNs) for signal amplification in lateral flow assays (LFAs). These AuPNs are conjugated with specific monoclonal antibodies using an EDC/NHS linker within the conjugate pad. Anti-rabbit, anti-mouse, antibodies are immobilized on the control line of the nitrocellulose membrane. The covalent bonding between the AuPNs and detection antibodies leads to the accumulation of gold nanoparticles, resulting in a visible red line on the strip, (figure1). The developed lateral flow is expected to demonstrate high sensitivity and specificity for detecting V. cholerae. Initial optimization studies have achieved a detection limit of 10^3 CFU/mL, but further improvement efforts are ongoing. Designed to be Rapid, cost-effective, and user-friendly, the test delivers results within minutes with minimal equipment. Utilizing gold nanoparticle technology, the test is expected to significantly contribute to cholera outbreak management. The lowest detection limit of the currently available V. cholerae rapid tests is reported to be 10^7 CFU/mL. Our developed lateral flow, with a much lower detection limit of 10^3 CFU/mL, is much more sensitive and specific compared to other, which is thought to be due to the synthesized gold nanomaterials. Considering that cholera is still prevalent in Third World countries, the locally developed V. cholera rapid test is expected to be a strong alternative to its counterparts.
Keywords: V.cholerae spp; Lateral flow; Point of Care (POC); Gold nanoparticle (AuPNs).

1.0. INTRODUCTION

Vibrio cholerae (V. cholerae) is a Gram-negative bacterium capable of causing acute diarrheal disease that leads to significant fluid loss, which, if untreated, can rapidly progress to severe dehydration and death (Yu et al., 2011). Cholera is typically transmitted through the consumption of food or water contaminated with the feces of an infected individual, or through direct contact with infected fecal matter. Cholera outbreaks are more likely to occur in impoverished regions lacking adequate sanitation, safe drinking water, and personal hygiene practices (Muzembo et al., 2021).

O-antigen-based classification has identified over 200 serogroups of V. cholerae; among these, serogroups O1 and O139 are considered highly toxigenic and capable of causing infections in humans due to their ability to produce cholera toxin and toxin-coregulated pilus. However, non-O1/non-O139 strains of V. cholerae have also been reported to cause diarrhea and

gastroenteritis in humans without producing these toxins. V. cholerae has been associated with epidemics and outbreaks in various regions worldwide, highlighting its global impact (Ali et al., 2021; Chen et al., 2014; Zhang et al., 2015). Each year, an estimated 1.4 to 4.3 million cases of toxigenic V. cholerae occur, resulting in 21,000 to 143,000 deaths (CDC). According to the World Health Organization (WHO), in 2019, a total of 923,037 new cases and 1,119 deaths were reported from 31 countries. Rapid diagnostic technologies are essential for early and accurate detection to control and prevent outbreaks (Ali et al., 2021). As cholera continues to pose both a public health and economic burden, rapid and accurate detection remains critical. Currently, conventional bacterial culture remains the widely used method for detecting V. cholerae spp.; however, despite its specificity, it is labor-intensive, time-consuming (typically requiring three or more days), and has limited sensitivity, leading to delays in clinical diagnosis and patient treatment.

2.0. RESEARCH AND FINDINGS

2.1. Literature Review

In 2011, a study utilizing a lateral flow–based biosensor was conducted for the detection of V. cholerae O1 and O139 serogroups, using murine monoclonal antibodies (mAbs) treated with NaCl and colloidal gold nanoparticles. The experiment followed a sandwich format, and the detection limits were reported as 10^8 CFU/mL for V. cholerae O1 and 10^7 CFU/mL for O139 (Yu et al., 2011). In a separate investigation in 2013, Chalinan Pengsuk targeted the detection of V. cholerae O139 using two monoclonal antibodies (VC-273 and VC-812). Colloidal gold nanoparticles were again employed, and the lateral flow assay utilized a sandwich format. The recorded detection limit was 10^4 CFU/mL; however, after a 12-hour pre-enrichment step in alkaline peptone water, the detection limit dramatically improved to 1 CFU/mL, demonstrating a substantial increase in sensitivity (Pengsuk et al., 2013). Another study conducted in 2013 by Chaivisuthangkura, Pengsuk, and colleagues employed two monoclonal antibodies (VC-223 and VC-1226) designed to target the lipopolysaccharides of V. cholerae O1 Inaba and Ogawa serovars. The assay demonstrated a detection sensitivity of 5×10^5 CFU/mL (Chaivisuthangkura et al., 2013). In 2014, Chen et al. utilized colloidal gold nanoparticles synthesized using trisodium citrate as a reducing agent to detect V. cholerae O1 Ogawa. The assay was performed in a competitive format, with a reported detection limit of 1.0×10^4 CFU/mL (Chen et al., 2014). In 2021, Fang and colleagues developed a method targeting the pathogenic ctxA gene of V. cholerae using recombinant-assisted amplification (RAA) primers labeled with biotin and fluorescein isothiocyanate (FITC). After pre-incubation with anti-FITC antibodies and streptavidin-modified magnetic nanoparticles, detection occurred via magnetic signal on a lateral flow strip. The detection limit was recorded as 33 CFU/mL (Fang et al., 2021). Also in 2021, Pengsuk et al. created a lateral flow assay for detecting O1, O139, and non-O1/non-O139 strains of V. cholerae in seafood samples using mAbs VC-273 and VC-812. The standard detection limit was 10^7 CFU/mL; however, after pre-enrichment in alkaline peptone water for 6, 12, and 24 hours, limits improved to 10^3, 10, and 1 CFU/mL respectively. Bovine Serum Albumin (10% BSA) was used to reduce competitive inhibition from other bacteria in samples (Pengsuk et al., 2021). In 2022, Mayry and colleagues developed a novel lateral flow system for detecting V. cholerae in drinking water, utilizing aptamers as the antigen-recognition element, carbon nanoparticles as the colorimetric label, and N-acetylglucosamine (GlcNAc) as a chemoattractant in the sample pad. Detection limits were 10^8 CFU/mL for O1 and 10^7 CFU/mL for O139 (Mayry et al., 2022). Unlike previous studies that primarily focused on detecting toxigenic V. cholerae strains, this study aims to detect V. cholerae species more broadly. Gold nanoparticles (AuNPs) will be conjugated using EDC/NHS chemistry to enable irreversible binding between nanoparticles and antibodies, enhancing stability. This approach increases nanoparticle surface activation and allows greater antibody binding, improving overall test performance and achieving a higher detection limit

within a shorter time frame. The proposed method aims to enhance lateral flow assay sensitivity and specificity while maintaining affordability and rapid turnaround time. The system will deliver results within 25 minutes with a target detection limit of 10^3 CFU/mL. Additionally, it will be cost-effective, user-friendly, easy to implement, and suitable for point-of-care use, thereby supporting cholera outbreak management and surveillance. The lack of widely available V. cholerae LFA tests and the difficulty accessing such diagnostics in many countries highlights the novelty and necessity of developing this test, particularly for resource-limited settings.

3. Materials and Methods

3.1. Preparation of Positive Control and Sample Contamination:

Commercially available V. cholerae (heat-killed, known concentration) will be used as the positive control.

Water samples will be artificially contaminated with this suspension to simulate environmental testing conditions.

3.2. Pre-treatment of Lateral Flow Components:

The lateral flow assay (LFA) will consist of a sample pad, conjugate pad, nitrocellulose (NC) membrane, and absorbent pad. Each pad will be treated separately to enhance sample flow, protein immobilization, and assay reproducibility.

3.2.1. Sample Pad:

Pads will be treated with 0.5 M borate buffer (pH 7.0) containing IGEPAL CA-630 and SDS to improve sample absorption and minimize protein adsorption.

3.2.2. Conjugate Pad:

Pads will be treated with borate buffer (pH 7.0) containing 5% trehalose and 1% BSA to stabilize antibody–gold conjugates.

3.2.3. Nitrocellulose Membrane:

The NC membrane will be wash twice with borate buffer (pH 7.0) and once with borate + Tween-20 for flow uniformity.

3.2.4. Absorbent Pad:

Pads will be pre-dried to remove residual moisture.

3.2. EDC/NHS-Mediated Conjugation of Antibody to Gold Nanoparticles

Gold nanoparticles (40 nm) will be adjusted to an appropriate working concentration in Tris–HCl buffer (pH 9.0) before conjugation.

3.3.1. Activation of AuNP Surface:

To activate carboxyl groups on the nanoparticle surface, AuNP suspension will be mixed with freshly prepared EDC/NHS solution containing 0.2 M EDC and 0.05 M NHS in MES buffer. The mixture will be gently stirred and incubated at room temperature to form NHS esters on the nanoparticle surface.

After activation, excess reagents will be removed by centrifugation and the supernatant discarded. The pellet will be washed twice with MES buffer to remove unbound EDC/NHS.

3.3.2. Conjugation with Antibody:

The activated AuNPs will be resuspended in MES buffer containing anti-V. cholerae monoclonal antibody.

The mixture will be gently mixed and incubated at room temperature in the dark to allow covalent bonding between the amine groups of antibodies and activated ester groups on AuNPs.

3.3.3. Blocking and Purification:

To block unreacted sites, 10% BSA solution will be added and incubated for at room temperature.

The conjugates will then be centrifuged and washed once with 10 mM borate buffer and finally resuspended in minimal buffer volume for storage.

3.4. Immobilization and Strip Assembly

The purified antibody–AuNP conjugate will be uniformly applied to the conjugate pad and dried overnight.
On the NC membrane, the test line will be coated with anti-V. cholerae monoclonal antibody, and the control line with rabbit anti-mouse IgG.
Membranes will be incubated after that it will be blocked with 1% BSA, and air-dried.
All components (sample pad → conjugate pad → NC membrane → absorbent pad) will be assembled sequentially with 2 mm overlaps and cut into 4 mm strips.

3.4. Immobilization and Strip Assembly

The antibody–gold conjugate will be evenly dispensed onto the conjugate pad and dried.
On the nitrocellulose membrane, the test line will be coated with anti-V. cholerae monoclonal antibodies, and the control line with anti-species IgG to validate proper assay function.
All components (sample pad → conjugate pad → nitrocellulose membrane → absorbent pad) will be sequentially assembled with partial overlap on a plastic backing card and cut into uniform strips.

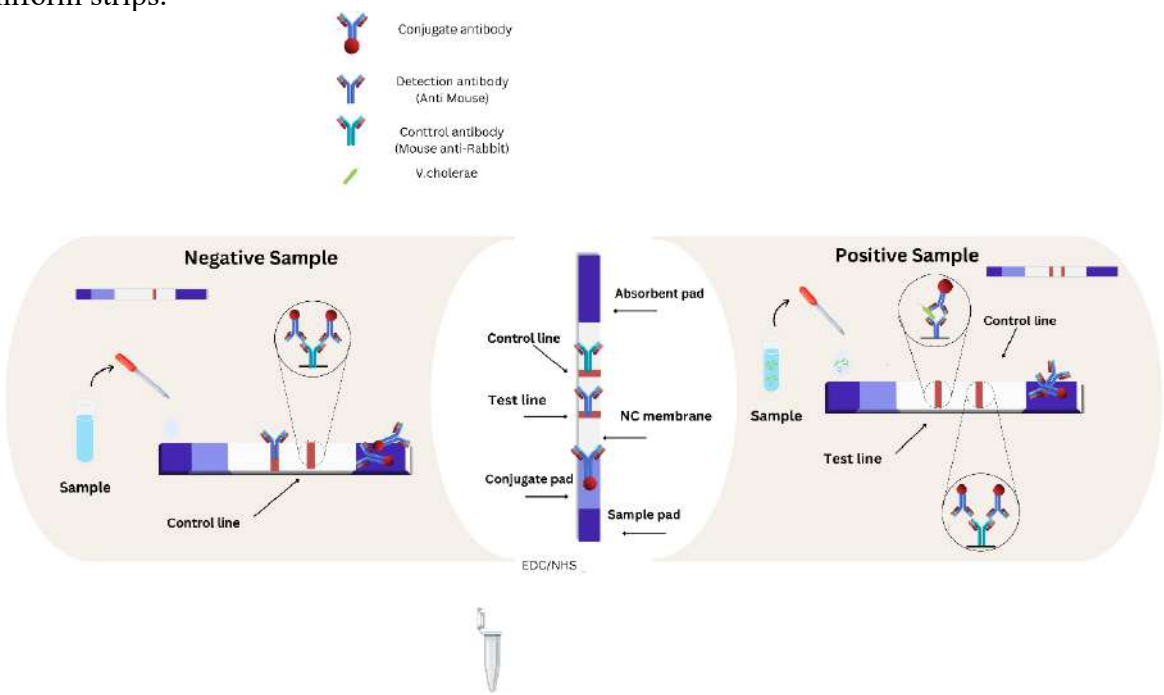


Figure 1. The general principle of gold nanoparticle-based lateral flow test developed for detection of vibrio cholera species.

4.0. DISCUSSION & EXPECTED OUTCOMES

The study expects to produce a rapid LFA capable of detecting V. cholerae at 10^3 CFU/mL, outperforming current rapid tests ($\geq 10^7$ CFU/mL sensitivity). The superior performance is attributed to the use of EDC/NHS chemistry for covalent attachment of detection antibodies to the AuNPs. Unlike traditional passive adsorption methods, covalent bonding is expected to result in highly stable conjugates with a higher density of correctly oriented antibodies on the nanoparticle surface. This high-density, stable conjugation facilitates enhanced signal amplification and improved binding efficiency at the test line, thereby lowering the Limit of Detection (LOD).

4.1. Sensitivity and Specificity

The target LOD of 10^3 CFU/mL is based on initial optimization efforts and represents a clinically relevant threshold for environmental surveillance and early stage infection detection.
Specificity will be confirmed by testing the assay against a panel of common enteric pathogens

(e.g., E. coli, Salmonella spp., Shigella spp.) to ensure that the detection is highly specific to V. cholerae species, including both toxigenic and non-toxigenic strains.

4.2. Assay Timeline and Stability

The assay is designed to provide results within 25 minutes of sample application, making it one of the faster cholera diagnostics available. Furthermore, the stabilization agents (trehalose, BSA) incorporated into the conjugate pad and the use of the robust EDC/NHS linkage are expected to confer excellent long-term stability (projected minimum of 1 year when stored with desiccant), which is crucial for distribution and use in remote, field-based settings without reliable cold chains.

4.3. Impact on Public Health

This platform can enable decentralized, field-level detection and significantly improve outbreak control strategies in resource-limited regions. The ability to perform rapid, sensitive diagnosis outside of central laboratories will allow public health officials to quarantine cases and implement preventative measures much faster than with current culture-based methods, potentially reducing morbidity and mortality rates during outbreaks. The low cost per strip (due to simple manufacturing and minimal reagent usage post-conjugate synthesis) is a key feature making it a sustainable tool for routine surveillance.

5.0. CONCLUSION

Using an EDC/NHS linker with Gold-nanoparticle can enhance the signal and potentially improve LFA sensitivity. If successful, this assay will serve as a robust, low-cost, rapid diagnostic tool with a low LOD for cholera surveillance and emergency outbreak response. The superior sensitivity of 10^3 CFU/mL compared to the 10^7 CFU/mL CFU/mL of current commercial options positions this assay as a significant advancement in POC diagnostics for V. cholerae detection.

ACKNOWLEDGMENT

I would like to express my sincere appreciation to Assoc. Prof. Sumeyra Savas for her guidance, encouragement, and valuable insights throughout the development of this ongoing research. Her support has been essential in shaping the direction and progress of the study.

I am also grateful to the Faculty of Medicine, Department of Medical Microbiology at Bandırma Onyedi Eylül University, for providing the academic environment and initial resources that made it possible to begin this work.

This study was supported by the Scientific Research Projects (BAP) Coordination Unit of Bandırma Onyedi Eylül University within the scope of the Graduate Thesis Project (Project No: BAP-24-1010-003), whose contribution has played an important role in enabling the continuation and advancement of the research.

I would like to thank the organizers of Halich Conference for giving me the opportunity to present this ongoing study and for offering a platform that promotes scientific dialogue, collaboration, and academic growth. Participating in the congress has provided valuable feedback that helped refine the aims and methodology of the project.

6.0. Reference:

About Cholera | Cholera | CDC. (n.d.). Retrieved May 18, 2024, from https://www.cdc.gov/cholera/about/index.html

Ali, M. R., Bacchu, M. S., Setu, M. A. A., Akter, S., Hasan, M. N., Chowdhury, F. T., ... & Khan, M. Z. H. (2021). Development of an advanced DNA biosensor for pathogenic Vibrio cholerae detection in real sample. Biosensors and Bioelectronics, 188, 113338.

Bazsefidpar, S., Serrano-Pertierra, E., Gutiérrez, G., Calvo, A. S., Matos, M., & Blanco-López, M. C. (2023). Rapid and sensitive detection of E. coli O157: H7 by lateral flow immunoassay and silver enhancement. Microchimica Acta, 190(7), 264.

Chaivisuthangkura, P., Pengsuk, C., Longyant, S., & Sithigorngul, P. (2013). Evaluation of monoclonal antibody based immunochromatographic strip test for direct detection of Vibrio cholerae O1 contamination in seafood samples. Journal of Microbiological Methods, 95(2), 304-311.

Chen, W., Zhang, J., Lu, G., Yuan, Z., Wu, Q., Li, J., ... & Zhang, J. (2014). Development of an immunochromatographic lateral flow device for rapid diagnosis of Vibrio cholerae O1 serotype Ogawa. Clinical biochemistry, 47(6), 448-454.

Fang, W., Cai, Y., Zhu, L., Wang, H., & Lu, Y. (2021). Rapid and highly sensitive detection of toxigenic Vibrio cholerae based on recombinase-aided amplification combining with lateral flow assay. Food Analytical Methods, 14, 687-696.

Gold Nanoparticle Covalent Conjugation – Fortis Life Sciences. (n.d.). Retrieved May 18, 2024, from https://www.fortislife.com/protocols/nanomaterial-protocols/bioready-40-nm-carboxyl-gold-covalent-conjugation-protocol

Mayry, J., Mac, R., Huynh, M., & Mitra, S. (2022, July). Development of a low-cost lateral flow assay for rapid detection of Vibrio Cholerae. In Electrochemical Society Meeting Abstracts 241 (No. 53, pp. 2190-2190). The Electrochemical Society, Inc..ö

Multi-country outbreak of cholera, External situation report #14 - 16 May 2024. (n.d.). Retrieved May 18, 2024, from https://www.who.int/publications/m/item/multi-country-outbreak-of-cholera--external-situation-report--14---16-may-2024

Muzembo, B. A., Kitahara, K., Ohno, A., Debnath, A., Okamoto, K., & Miyoshi, S. I. (2021). Cholera rapid diagnostic tests for the detection of Vibrio cholerae O1: An updated meta-analysis. Diagnostics, 11(11), 2095.

Pengsuk, C., Chaivisuthangkura, P., Longyant, S., & Sithigorngul, P. (2013). Development and evaluation of a highly sensitive immunochromatographic strip test using gold nanoparticle for direct detection of Vibrio cholerae O139 in seafoodsamples. Biosensors and Bioelectronics, 42, 229-235.

Pengsuk, C., Wangman, P., Chaivisuthangkura, P., Sithigorngul, P., & Longyant, S. Nanogold-based immunochromatographic strip test for rapid detection of clinical and envirc strains of Vibrio cholerae. Journal of Food Safety, 41(1), e12874.

Quesada-González, D., & Merkoçi, A. (2015). Nanoparticle-based latera biosensors. Biosensors and Bioelectronics, 73, 47-63.

Ramamurthy, T., Das, B., Chakraborty, S., Mukhopadhyay, A. K., & Sack, D. A. Diagnostic techniques for rapid detection of Vibrio cholerae O1/O139. Vaccine, 38, A73-A8

Yu, C. Y., Ang, G. Y., Chua, A. L., Tan, E. H., Lee, S. Y., Falero-Diaz, G., ... & Ravichandran, M. (2011). Dry-reagent gold nanoparticle-based lateral flow biosensor for the simultaneous detection of Vibrio cholerae serogroups O1 and O139. Journal of microbiological methods, 86(3), 277-282.

Zhang, X., Lu, Y., Qian, H., Liu, G., Mei, Y., Jin, F., ... & Ni, F. (2020). Non-O1, Non-O139 Vibrio cholerae (NOVC) bacteremia: Case report and literature review, 2015–2019. Infection and Drug Resistance, 1009-1016.

INNOVATIVE TEACHING PARADIGMS FOR GENERATION Z IN INDIAN HIGHER EDUCATION: BRIDGING TRADITION AND TECHNOLOGY UNDER NEP 2020

Prof Mamta Sharma
KM College, University of Delhi, India
ORCID number 0009-0009-5804-7673

Prof Sandeep K Sharma
Rajdhani College, University of Delhi, India
ORCID number 0009-0005-0636-9102;

Abstract
The National Education Policy (NEP) 2020 reimagines Indian higher education for a generation that has never known a world without the internet. Generation Z learns differently—they value flexibility, personalization, and learning that feels connected to real life. NEP 2020 acknowledges this shift and aligns academic structures with the habits and expectations of digitally native students. The policy's digital architecture forms the core of this transformation. Platforms such as the National Educational Technology Forum (NETF), PM eVidya, DIKSHA, SWAYAM, and the National Digital Education Architecture (NDEAR) create a broad learning ecosystem where students can access material in multiple formats—videos, interactive modules, virtual classrooms, or gamified tasks. Instead of a single rigid pathway, learners have choices that match their pace and interests, making higher education more inclusive and adaptable.
Faculty development is a crucial component of this shift. NEP 2020 emphasizes equipping educators with digital pedagogy skills so they can guide interactive, student-centered classrooms. This change is not merely technological; it alters the tone of teaching itself. Learning becomes more collaborative, more conversational—something that resonates with how today's students think and engage.
The policy also confronts persistent challenges. Digital access remains uneven, especially across rural and low-income regions. By promoting multilingual resources, open-source tools, and interoperable systems, NEP 2020 attempts to reduce these gaps and ensure that technology becomes a bridge rather than a barrier.
Ultimately, NEP 2020's digital thrust encourages the development of critical thinking, problem-solving, and lifelong learning—skills essential for a global, fast-evolving workforce. By blending technology with thoughtful pedagogy, the policy transforms the traditional classroom into a dynamic, participatory space that mirrors the curiosity, pace, and aspirations of Generation Z.
Keywords: Generation Z, NEP 2020, digital pedagogy, Indian higher education, educational technology, inclusive learning, digital literacy

INTRODUCTION

The landscape of higher education in India is undergoing significant transformation as Generation Z, the inaugural cohort of genuine digital natives, commences their academic pursuits with expectations and learning preferences markedly distinct from those of preceding generations (Online Manipal, 2024; LeadSquared, 2025). These students inherently adapt to rapid information retrieval, customized digital interactions, and highly captivating content due to their upbringing in an environment dominated by social networking, smartphones, and

perpetual online connectivity (Online CU, 2025; BGSV, 2024). Studies on Generation Z's behavioral patterns reveal a distinct inclination towards visual, technology-enhanced, and autonomous learning environments over traditional, lecture-centric education, alongside a pronounced preference for experiential, problem-solving learning and collaborative projects (EIM Partnerships, 2024; Abdelrahman, 2024). In this context, the conventional pedagogical methods employed in Indian universities—largely reliant on instructor-led teaching, rote memorization, and subsequent assessments—are progressively misaligned with the cognitive frameworks, motivational drivers, and professional aspirations of modern students (Reddy, 2025).

The National Education Policy (NEP) 2020 provides a thorough framework aimed at rectifying this disparity by promoting a transition from content-heavy, teacher-centric models to inclusive, interdisciplinary, and student-focused educational methodologies across all levels (Worldview, 2021). NEP 2020 underscores the critical incorporation of digital innovations, flexible curriculum strategies, and competency-based educational frameworks to enhance access, equity, and overall quality in higher education (Digital Sansad, 2020). It recognizes technology as a crucial factor in enhancing educational opportunities, facilitating various teaching methods, and equipping students for a progressively digital and information-rich economy (Ibrahim, 2024). This strategic vision aligns closely with Generation Z's desires for technologically enhanced environments that facilitate on-demand learning, ongoing feedback, and seamless transitions between formal and informal educational contexts (Online CU, 2025; BGSV, 2024).

A multitude of national digital initiatives aim to realize this policy vision. The Study Webs of Active-Learning for Young Aspiring Minds (SWAYAM) platform offers a wide array of open online courses spanning from primary to postgraduate levels, aiming to democratize access to high-quality educational resources and reduce regional disparities (PM e-VIDYA, 2019). DIKSHA (Digital Infrastructure for Knowledge Sharing) serves as a national repository that includes e-content, interactive resources, and pedagogical support systems applicable to blended and flipped classroom settings (PM e-VIDYA, 2016). The PM e-VIDYA initiative integrates multiple delivery methods—such as online platforms, DTH channels, radio, and mobile applications—to ensure diverse educational access, especially for students in remote and underserved areas (PIB, 2022; Vikaspedia, n.d.). The proposed National Educational Technology Forum (NETF) is intended to function as an independent organization dedicated to advancing research, enhancing capacity, and supporting evidence-based initiatives. integration of educational technology across all educational strata (Ibrahim, 2024). Collectively, these initiatives construct a policy and infrastructural ecosystem that is conducive to innovative pedagogical paradigms specifically tailored for Gen Z learners (Digital Sansad, 2020).

Empirical studies on Gen Z indicate that technology alone is insufficient; these learners favor a balanced approach that integrates digital resources with meaningful face-to-face interactions, mentorship, and opportunities for practical application of knowledge (Abdelrahman, 2024; ScienceDirect, 2025). Research demonstrates that Gen Z students favor hybrid or blended learning models that integrate online modules, multimedia resources, and collaborative tools with in-person discussions, laboratory sessions, and project-based activities (Online CU, 2025; Online Manipal, 2024). They exhibit a positive response to active learning methodologies, including gamification, case studies, simulations, and project-based learning, which promote autonomy, peer interaction, and genuine problem-solving experiences (LeadSquared, 2025; EIM Partnerships, 2024). These tendencies underscore the imperative for pedagogical innovation that goes beyond simple lecture digitization, necessitating a reassessment of

instructional design, evaluation methods, and the dynamics of teacher-student interactions in Indian higher education (Reddy, 2025).

Indian universities face the dual imperative of conforming to NEP 2020 while accommodating the learning preferences of Generation Z, presenting both opportunities and challenges. NEP 2020 mitigates regulatory obstacles related to online and blended degree programs, enhances institutional autonomy, and promotes learning management systems, AI-driven tools, and virtual laboratories, thus facilitating the exploration of innovative instructional models (Reddy, 2025; Digital Sansad, 2020). Educational institutions can leverage national platforms like SWAYAM and DIKSHA to improve curricula, provide credit-bearing online courses, and create flexible learning pathways, including micro-credentials and various entry-exit options (PM e-VIDYA, 2019; PM e-VIDYA, 2016). This adaptability aligns with Gen Z's preference for modular, stackable learning experiences that can be customized to personal interests and career paths (Ibrahim, 2024; Tijer, 2025).
The present study focuses on "Innovative Teaching Paradigms for Generation Z in Indian Higher Education: Integrating Tradition and Technology under NEP 2020." It examines the strategies by which Indian higher education institutions can formulate and implement pedagogical frameworks that successfully integrate traditional academic principles—such as extensive disciplinary knowledge, mentorship, and values-based education—with contemporary digital tools and participatory learning methods (Reddy, 2025; Worldview, 2021). The research highlights the importance of blended and flipped classrooms, gamification techniques, project-based learning, micro- and nano-learning modules, and AI-driven personalization in enhancing engagement, learning outcomes, and employability for Generation Z students in India (Tijer, 2025; Ibrahim, 2024). The aims of this study are threefold: firstly, to scrutinize the manner in which the digital and pedagogical stipulations of NEP 2020 are being enacted within Indian higher education To assess institutions; secondly, to evaluate the perceived effectiveness of key innovative paradigms from the viewpoints of both students and faculty; and thirdly, to identify major implementation challenges and propose evidence-based recommendations for policymakers, institutional leaders, and educators (Digital Sansad, 2020; Online CU, 2025). This study contextualizes these inquiries within India's aspirations for a "Viksit Bharat" and a knowledge-driven economy, contributing to ongoing discussions about the re-envisioning of higher education for a new generation of learners in the digital age (Worldview, 2021; Reddy, 2025).

2. LITERATURE REVIEW

Generation Z is frequently identified as the first cohort entirely engaged with digital technology, possessing distinct educational needs shaped by constant connectivity, multimedia interaction, and social media communication (Iftode, 2019; Chardonnens, 2025). Extensive scoping and systematic reviews reveal that Generation Z learners favor dynamic, immersive, and visually stimulating educational settings, regular feedback systems, and collaborative opportunities, rather than prolonged, passive instructional methods (Priporas et al., 2017; Chardonnens, 2025). Research utilizing Kolb’s learning styles framework and survey methods indicates that Gen Z undergraduate students generally prefer abstract conceptualization and reflective observation, while simultaneously expecting active engagement and relevance to real-world contexts (Yamazaki, Y., Toyama, M., & Wijayanti, M. D. 2024; Raghavan D., 2025). Research from healthcare, engineering, and teacher education curricula indicates that learning efficacy significantly improves when pedagogical methods integrate conceptual depth with interactive, technology-enhanced strategies that correspond with these educational domains (Raghavan D., 2025; Priporas et al., 2017).

This paradigm shift is theoretically grounded in constructivist, connectivist, and technological adoption frameworks, including the Technology Acceptance Model (TAM), the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT), and the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) model, which collectively promote learner-centered, networked, and technology-mediated instructional approaches (Vejaswati, 2024; Hamari et al., 2014). Systematic reviews regarding education for Generation Z highlight that effective design elements include collaborative tasks, problem-based learning experiences, micro-learning units, and continuous formative assessments enabled by digital platforms (Bozkurt & Sharma, 2022; Priporas et al., 2017). Studies on gamification in higher education indicate that game-like elements such as points, badges, and leaderboards can significantly improve motivation, engagement, and occasionally academic performance, especially when these components are combined with substantive tasks rather than trivial rewards (Dichev & Dicheva, 2017; Zainuddin et al., 2020). Research on flipped classroom methodologies in higher education indicates that shifting content delivery to online formats while reserving class time for application-focused activities enhances engagement and promotes higher-order cognitive processes, particularly when learner behavior is tracked through analytics (Priyaadharshini, M., & Maiti, M. 2023).

Within the Indian context, an expanding corpus of scholarly work explores the implications of digitalization and blended learning in relation to the National Education Policy (NEP) 2020. Analyses focused on policy indicate that NEP 2020 explicitly advocates for online and digital educational initiatives through programs such as SWAYAM, DIKSHA, virtual laboratories, and AI-enhanced tools, thereby positioning technology as a pivotal element in broadening access and modernizing higher education (Acharya, 2025; Ministry of Education, 2020). Investigations into digitalization under NEP 2020 note that while Massive Open Online Courses (MOOCs), smartboards, and virtual labs are gaining prominence, many individuals continue to face challenges in accessing online educational resources due to issues related to connectivity, device availability, and language proficiency (Dalal, R. S. 2023; Acharya, 2025). Empirical studies examining the adoption of educational technology reveal that the majority of educators hold a favorable view of online platforms regarding their flexibility and reach; however, they identify infrastructural inadequacies, limited institutional backing, and insufficient training as significant barriers to effective implementation (Vejaswati, 2024; Dalal, R. S. 2023). A body of recent research published in the International Journal of Research Publication and Reviews highlights persistent inequities in digital access and participation within Indian higher education (Baidya & Das, 2025)

Blended learning emerges as a highly relevant educational model for the Indian context. Empirical case studies and quasi-experimental research suggest that blended methodologies can mitigate the digital divide by combining periodic face-to-face interactions with asynchronous online elements that learners can access as connectivity permits (NIOS, 2022; Priyaadharshini, M., & Maiti, M. 2023). Research in India confirms that well-structured blended learning environments improve student satisfaction and academic performance, especially when supported by systematic instructional design, learning analytics, and clear scaffolding (Priyaadharshini, M., & Maiti, M. 2023; Acharya, 2025). However, the benefits of these educational methods are not universally available, as rural educational institutions and first-generation students often face difficulties associated with bandwidth constraints and limited digital literacy (Dalal, R. S. 2023; NIOS, 2022). Several studies show that the digital divide continues to restrict equitable participation in higher education, especially among rural and low-income learners (Barot, 2017). The literature reveals that India continues to face deep-rooted

inequalities in digital access, particularly among rural and marginalized communities (Chowdhury & Mahali, 2025)

The current literature on gamification and project-based learning in both Indian and international higher education contexts supports their suitability for Generation Z. Systematic reviews and experimental studies indicate that gamified environments can markedly improve student engagement, perseverance, and enjoyment, especially when they are aligned with clearly defined learning objectives and accompanied by timely feedback (Dichev & Dicheva, 2017; Zainuddin et al., 2020). Project-based and problem-based learning frameworks, especially when augmented by digital collaboration tools, have been shown to strengthen critical thinking, teamwork, and the application of theoretical knowledge to real-world challenges (MyGamify Framework, 2024; arXiv Study, 2012). Generation Z finds these pedagogical methods particularly appealing due to their preference for experiential learning and the evident links between academic studies and career prospects (Bozkurt & Sharma, 2022; Priporas et al., 2017).

In spite of these encouraging findings, several critical gaps persist. Firstly, a significant proportion of the existing literature pertaining to Generation Z is predominantly situated within Western or non-Indian contexts exhibit a notably restricted quantity of extensive empirical research examining the framework of Indian higher education in the context of NEP 2020 (Bozkurt & Sharma, 2022; Acharya, 2025). Secondly, there is a lack of longitudinal evidence that clarifies how extended exposure to blended, gamified, and project-based paradigms affects learning outcomes, employability, and attitudes towards lifelong learning among Indian Generation Z students (Vejaswati, 2024; Dalal, R. S. 2023). Thirdly, although policy documents and theoretical papers address the digital vision outlined in NEP 2020, there is a lack of studies that systematically examine how educational institutions implement these provisions for Generation Z, including the influences of faculty development, institutional culture, and local resource limitations (Acharya, 2025; Ministry of Education, 2020). Finally, research has only begun to investigate the integration of micro-credentials, nano-learning, and learning analytics within the NEP 2020 frameworks to create personalized and flexible educational pathways that correspond with the preferences of Generation Z (MyGamify Framework, 2024; Bozkurt & Sharma, 2022).

This study aims to fill these identified gaps by positioning innovative teaching paradigms for Generation Z within the regulatory and institutional framework established by NEP 2020 in India. This study consolidates findings from research on Generation Z learning, digital pedagogy, and Indian higher education policy, while empirically examining the implementation, experience, and limitations of blended, gamified, and project-based models in specific educational institutions. This approach provides context-specific evidence to inform the implementation of NEP 2020 and to engage in broader discussions regarding the reimagining of higher education for digital-native learners.

3. Data and Methodology

This study utilizes a mixed-methods research design to thoroughly investigate the innovative teaching paradigms relevant to Generation Z within the context of the National Education Policy (NEP) 2020 in Indian higher education. A convergent parallel design is employed, in which quantitative and qualitative data are collected and analyzed separately before being integrated during the interpretation phase to provide a comprehensive understanding of the underlying patterns, mechanisms, and contextual variables. This methodological approach

aligns with current studies on NEP and Generation Z that integrate surveys, document analysis, and case-based qualitative research to examine the digital transformation in educational environments.

Data Sources and Sampling

The investigation is predicated upon four primary data sources:

A. Policy and platform documents pertinent to NEP 2020, SWAYAM, DIKSHA, and PM e-VIDYA;
B. Institutional records and implementation reports from a selection of universities;
C. A structured survey targeting students; and
D. Semi-structured interviews with faculty and academic leaders. The focus of the study is directed towards general and professional degree colleges and universities that have embarked on blended or technology-enhanced instructional methodologies in accordance with NEP 2020 guidelines, employing purposive sampling to guarantee representation from central, state, and private institutions across various regions. Within each institution, stratified sampling is employed to select Generation Z students (aged 18–24) from a range of disciplines, as well as faculty members who have implemented blended, flipped, or project-based teaching methodologies, reflecting designs employed in recent investigations concerning Generation Z preferences and blended learning.

Quantitative Component

The quantitative component is based on a student survey instrument modified from prior research examining Generation Z learning preferences and the effectiveness of blended learning. The survey instrument includes sections on demographic characteristics, device accessibility and internet connectivity, engagement with digital platforms (SWAYAM, DIKSHA, learning management systems), perceived participation in different teaching formats, and self-reported learning outcomes. The items are evaluated using five-point Likert scales, enabling an analysis of attitudes towards lectures, blended learning, flipped classrooms, gamified activities, and project-based assignments, consistent with recent studies conducted in India and globally. Descriptive statistics summarize key variables, whereas inferential analyses (such as t-tests, ANOVA, and simple regression models) examine differences in engagement and perceived learning outcomes across various teaching methods, institutional types, and socio-economic levels. The instrument's reliability and construct validity are assessed using Cronbach's alpha and exploratory factor analysis.

Qualitative Component

The qualitative strand comprises semi-structured interviews with faculty members, programme coordinators, and academic administrators, as well as limited focus group discussions with students where practicable. The interview guides probe into themes such as the perceptions of Generation Z learners, the motivations behind the adoption of innovative teaching paradigms, experiences related to NEP 2020-associated digital initiatives, perceived obstacles, and institutional support frameworks. Interviews are recorded (with prior consent), transcribed, and thematically coded employing a hybrid deductive-inductive approach that draws upon constructs from the literature pertaining to blended learning, technology adoption, and the implementation regarding the National Education Policy 2020. The qualitative data

contextualize the survey findings, clarify institutional processes, and capture complex perspectives on the balance between tradition and technology in real classroom settings.

Variable definitions and analytical framework

The primary variables encompass:

Pedagogical approach (traditional lecture, blended, flipped, gamified, project-based);

Digital accessibility (device availability, connectivity quality, platform utilization);

Engagement metrics (attendance, participation, time-on-task, perceived interest);

Learning achievements (self-reported comprehension, grades where available, perceived skill advancements); and

Contextual determinants (institution type, geographical location, academic discipline, first-generation status). A conceptual framework links the stipulations of NEP 2020 with institutional support for pedagogical methods, which in turn influence engagement and learning outcomes for Generation Z, moderated by digital accessibility and faculty readiness. This framework is based on blended learning theory and technology-enhanced pedagogical models utilized in both Indian and international higher education settings.

Integration, validity, and limitations

Quantitative and qualitative results are integrated through joint displays and narrative synthesis, clarifying convergence, complementarity, or divergence between numerical patterns and stakeholder experiences. Triangulation of surveys, interviews, and document analysis strengthens credibility, while stratified sampling and multi-institutional representation improve external validity within practical constraints. Constraints encompass reliance on self-reported student outcomes, the possibility of non-response bias, and the cross-sectional design of the data, which restricts causal inferences and evaluations of long-term impacts. The design offers a comprehensive, context-aware framework for analyzing the impact of NEP 2020 on innovative teaching paradigms for Generation Z within the Indian higher education sector.

4. Results

The quantitative survey data elucidate distinct disparities in perceived engagement and learning outcomes across the various pedagogical modalities employed with Generation Z students. Blended and flipped instructional formats consistently receive superior evaluations in comparison to traditional lecture-based teaching concerning metrics of interest, participation, and perceived comprehension, corroborating prior findings both in Indian and international contexts regarding the advantages of blended and flipped classrooms in enhancing student engagement and fostering higher-order cognitive skills (IJET, 2022; IJRIT, 2023). Students articulate that access to pre-class multimedia content, online readings, and interactive quizzes facilitates a self-paced learning experience, enabling them to arrive at class sessions more adequately prepared, which subsequently enhances the interactivity and application-centric nature of in-person classes (IIT Jodhpur, 2025). Educational institutions that methodically incorporate learning management systems and national educational platforms such as

SWAYAM into their curricular frameworks also demonstrate elevated levels of flexibility and satisfaction reported by Generation Z learners (Online CU, 2025).

Descriptive statistics regarding digital access, however, highlight persistent inequities. A substantial majority of students from urban and private educational institutions have access to reliable internet and personal devices, whereas a notable portion of learners from rural and economically disadvantaged backgrounds depend on shared devices and unstable internet connections, hindering their participation in synchronous online activities (Beera-Curie, 2025). Cross-tabulation analyses indicate that students with limited access are significantly less likely to complete online pre-class assignments or fully engage with multimedia resources, resulting in unequal benefits from blended and flipped teaching methodologies (Digital Divide Study, 2023). This phenomenon underscores the prevailing evidence that the digital divide remains a substantial barrier to attaining inclusive online education in India, despite the expedited technology integration initiated by NEP 2020 (Beera-Curie, 2025).

An analysis of materials related to distinct innovative teaching strategies reveals that gamified activities and project-based assignments are especially favored by Generation Z individuals. Students indicate increased enjoyment and motivation when courses integrate features such as badges, leaderboards, and interactive challenges, especially when these elements are directly associated with learning outcomes and offer prompt feedback (Priyaadharshini, M., & Maiti, M. 2023). Project-based initiatives, such as community-oriented projects, industry-related assignments, and interdisciplinary capstones, are associated with improved self-reported competencies in problem-solving, communication, and collaboration skills, consistent with previous research on the influence of experiential learning on employability-related abilities (GJEIS, 2021). However, regression analyses indicate that the positive relationship between these strategies and perceived learning outcomes is influenced by faculty preparedness and course design quality; misaligned gamification or poorly structured projects do not produce similar advantages (Priyaadharshini, M., & Maiti, M. 2023; GJEIS, 2021).

Qualitative interviews with faculty and administrative staff corroborate and expand upon these quantitative trends. Many educators describe blended learning and flipped classroom approaches as effective tools for converting sessions into “workshop-like” settings, thus freeing class time for discussion, clarification of uncertainties, and collaborative problem-solving, consistent with findings from earlier Indian case studies (IJET, 2022; IIT Jodhpur, 2025). Simultaneously, faculty members highlight challenges including increased preparation time, inadequate instructional design assistance, and varying levels of student digital literacy, especially among first-generation students and those from rural areas (Beera-Curie, 2025). Administrators recognize the NEP 2020 and UGC guidelines as catalysts for experimentation with online and blended teaching methods; however, they acknowledge that institutional policies concerning workload, recognition, and assessment have not entirely adjusted to these educational changes (Adoption Study, 2023; UGC-Blended Analysis, 2022).

Thematic analysis of student focus groups reveals complex perspectives on the balance between traditional teaching methods and technological advancements. A considerable proportion of Gen Z participants appreciate the flexibility and autonomy provided by online elements; however, they contend that supportive teacher-student relationships, prompt mentoring, and clear guidance are essential to their educational experience (Online CU, 2025). Students express concerns that some courses only provide lecture slides or recordings without innovating activities, resulting in "digital lectures" that are regarded as equally unengaging as traditional formats, a critique that aligns with findings from comprehensive evaluations of NEP 2020

implementation (Harnessing Blended Learning, 2024). Some note that high-stakes summative assessments persistently overshadow evaluation methods, thus limiting the acknowledged importance of continuous assessment, projects, and reflective exercises that are fundamental to innovative educational frameworks (GJEIS, 2021; UGC-Blended Analysis, 2022).

The findings indicate that innovative teaching paradigms under NEP 2020—specifically blended, flipped, gamified, and project-based models—can significantly improve engagement and self-reported learning outcomes for Generation Z, contingent upon sufficient digital access, meticulous course design, and institutional support. These findings simultaneously expose persistent disparities in digital infrastructure, variable faculty readiness, and a disconnect between assessment frameworks and learner-centered teaching methods, underscoring the imperative for comprehensive reforms in Indian higher education that transcend superficial technological improvements (Adoption Study, 2023; Digital Divide Study, 2023).

5. Discussion

The outcomes of this investigation substantiate the increasing agreement that blended, flipped, gamified, and project-based pedagogical methodologies are significantly congruent with the learning inclinations of Generation Z; however, they also indicate that their efficacy is deeply reliant on contextual factors. Consistent with previous studies on Generation Z and digital pedagogy, participants in this research reported increased engagement, autonomy, and perceived learning outcomes when digital tools were integrated with interactive in-class activities, rather than being employed solely for the reproduction of traditional lectures in an online setting (Kirschner & De Bruyckere, 2017; EIM Partnerships, 2024). This supports the claim that Generation Z seeks not only an enhancement in technological applications but also expects thoughtfully designed educational experiences that provide autonomy, immediate feedback, and clear applicability to real-world issues (Online Manipal, 2024; Times Higher Education, 2025).

The findings indicate that the ambitious digital and blended-learning initiatives outlined in NEP 2020 operate within structural constraints that can either augment or diminish their effectiveness. The observed disparities in device ownership and connectivity illustrate wider analyses of the digital divide in both Indian and global higher education, indicating that students from rural and low-income backgrounds face systemic barriers to online participation (Rai University, 2020) Without focused investments in infrastructure and community-oriented access solutions, there is a risk that innovative educational models may unintentionally worsen existing inequalities, benefiting already-privileged Generation Z learners while sidelining others (Beera-Curie, 2025; ACR, 2024). This emphasizes the importance of viewing blended learning not merely as a teaching method but as a fundamental element of a holistic equity-focused reform initiative, as highlighted in recent evaluations of NEP 2020 (Aisha, 2023; Kaur, 2025).

This research underscores the pivotal influence of faculty agency and institutional culture in enabling the execution of NEP 2020. Interviews revealed that when institutions provide structured professional development, peer mentoring, and recognition for pedagogical innovation, faculty members are more inclined to redesign courses utilizing blended, flipped, and experiential models—aligning with findings from studies on blended-learning integration under NEP 2020 (Kaur, 2025; TIJER, 2025). Conversely, in environments characterized by sustained high workloads, limited support for instructional design, and assessments that rigidly emphasize content, educators typically implement only superficial digital alterations, such as

simply uploading slides, which Generation Z students quickly recognize as unengaging (Online Manipal, 2024; Aisha, 2023). This indicates that the successful implementation of NEP 2020 requires the synchronization of policy incentives, institutional governance frameworks, and assessment reform initiatives, transcending simple technological deployments.
From a theoretical perspective, the results support constructivist and connectivist views that learning is most effective when students actively construct knowledge through social interaction and engagement with rich information networks (Bozkurt & Sharma, 2022; Chardonnens, 2025). Gen Z's comfort with asynchronous dialogue, peer collaboration, and digital communities can be harnessed to create more participatory and inclusive classrooms, provided that educators move beyond deficit narratives and see these behaviours as assets rather than distractions (Times Higher Education, 2025; ERIC, 2023). However, the study also echoes cautions that digital Innate familiarity with technology does not inherently equate to profound digital literacy; numerous Gen Z learners require explicit assistance in information assessment, data ethics, and self-regulated learning (NICF, 2025; Kirschner & De Bruyckere, 2017; Düzenli, H. 2021).

Ultimately, the discourse contextualizes these insights within India's overarching ambitions for NEP 2020 as a framework for a comprehensive, adaptable, and future-oriented higher education system. Blended learning, when executed as a comprehensive reform with extensive teacher training, solid infrastructure, and inclusive design, can actualize the vision of NEP 2020 for multidisciplinary, learner-centered education aligned with 21st-century competencies (Aisha, 2023; Kaur, 2025). For Generation Z, this necessitates curricula that incorporate digital fluency, critical thinking, and experiential projects across various disciplines; for institutions, it requires a redefinition of quality that encompasses not only content coverage but also engagement, equity, and long-term learner success (EduInnate, 2025; Ministry of Education, 2020). The study contends that the full realization of NEP 2020's potential necessitates the integration of pedagogical innovation with intentional strategies to close the digital divide, facilitate faculty transformation, and adjust assessment systems to align with competencies essential for a swiftly evolving world.

References

Acharya, S. C. (2025). Digital application of NEP 2020 in higher education. Shodhgyan: International Journal of Social Sciences. https://shodhgyan.org/shodhgyan-nu/article/view/38/33

Aisha, R. (2023). NEP 2020: Blended learning – The road ahead for higher education. Global Journal of Enterprise Information System, 15(4), 45–54. https://www.gjeis.com/index.php/GJEIS/article/view/736

Baidya, M., & Das, P. (2025). International Journal of Research Publication and Reviews. 6(5), 15733–15736.

Barot, A. U. (2020). The digital divide in higher education: Challenges and opportunities. Rai University. Rising, A Journal of Researchers, 4(2), 1–13. https://www.raiuniversity.edu/wp-content/uploads/july_2020_2_1_THE_DIGITAL_DIVIDE_IN_HIGHER_EDUCATION_CHALLENGES_AND_OPPORTUNITIES.pdf

Beera-Curie, B. (2025). Impact of digitalisation on higher education: The concept of digital divide. In Technology in higher education: Past, present and future (pp. 1–12). TG College of Education.

Chardonnens, S. (2025). Adapting educational practices for Generation Z: integrating metacognitive strategies and artificial intelligence. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1504726

Chowdhury, S., & Mahali, S. (2025). Digital access and digital divide in education: An analysis and overview in the context of India. International Journal of Research Publication and Reviews, 6(7), 9–12.

Dalal, R. S. (2023) Digitalization of education under NEP, 2020: Prospects and challenges. International International Journal of Humanities Social Science and Management (IJHSSM) Volume 3, Issue 4, Jul.-Aug., 2023, pp: 498-504

Düzenli, H. (2021). A systematic review of educational suggestions on generation Z in the context of distance education. Journal of Educational Technology & Online Learning, 4(4), 896-912
https://doi.org/10.31681/jetol.1016512

Government of India, Ministry of Education. (2020). National Education Policy 2020. https://www.education.gov.in/sites/upload_files/mhrd/files/NEP_Final_English_0.pdf

Iftode, G. (2019). Generation Z and learning styles. International Journal of Learning and Teaching, 11(2), 75–82. Retrieved from https://www.semanticscholar.org/paper/Generation-Z-and-Learning-Styles-Iftode

Kirschner, P. A., & De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. Teaching and Teacher Education, 67, 135–142. https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.001

Priyaadharshini, M., & Maiti, M. (2023). Learning analytics: Gamification in flipped classroom for higher education. Journal of Engineering Education Transformations. 37(1), 106-119

National Council of Educational Research and Training. (2022). Transforming education with a blended learning model to overcome digital divide. National Institute of Open Schooling.

Online Manipal. (2024, November 10). Impact of Gen Z behavior on higher education. Online Manipal.

Panjab University Online (CU). (2025, May 20). Gen Z is driving the rise of online learning in India. Chandigarh University Online.

Press Information Bureau. (2022, July 20). Digital education tools – PM e-VIDYA. Government of India.

Priporas, C. V., Stylos, N., & Fotiadis, A. K. (2017). Generation Z consumers' expectations of interactions in smart retailing: A future agenda. Computers in Human Behavior, 77, 374–381. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.058

Raghavan D, Amirtharaj AD. Mapping learning preferences in nursing education: A cross-sectional study among generation Z students. J Educ Health Promot. 2025 Jul 4;14:261. doi: 10.4103/jehp.jehp_1629_24. PMID: 40772098; PMCID: PMC12327707

Reddy, V. B. (2025). Technology in higher education: Past, present and future. Telangana Journal of Higher Education, 1(1), 1–13 (pp. 1–18). TG College of Higher Education. https://tgche.ac.in/storage/2025/06/01-377-Balakista-Reddy-Technology-in-Higher-Education-Past-Present-and-Future-Copy.pdf

Saxena, M., & Mishra, D. K. (2021). Gamification and Gen Z in Higher Education: A Systematic Review of Literature. IGI Global. https://doi.org/10.4018/IJICTE.20211001.OA10

Times Higher Education. (2025, May 21). Reimagining connection and communication for Gen Z students. THE Campus. https://www.timeshighereducation.com/campus/reimagining-connection-and-communication-gen-z-students

Upveja, S. (2025). The role of EdTech and online learning in NEP 2020 implementation. European Economic Letters, 15(2), 3202–3215.

Vikaspedia. (n.d.). PM e-VIDYA – Multimodal digital education initiative. In Vikaspedia: Education. https://en.vikaspedia.in/viewcontent/education/interactive-resources/pm-e-vidya

Worldview Education. (2021, July 19). The National Education Policy explained by Gen-Z. https://www.worldview.global/post/the-national-education-policy-explained-by-genz

Yamazaki, Y., Toyama, M., & Wijayanti, M. D. (2024). Exploring what learning styles Generation Z students prefer: A case of Indonesian undergraduates. Psychological Applications and Trends, 537–541

KÜLTÜR, SANAT VE LEZZETİN BULUŞTUĞU ŞEHİR - ERZİNCAN: COĞRAFİ İŞARET TESCİLLİ ÜRÜNLER

THE CITY WHERE CULTURE, ART, AND FLAVOR MEET – ERZİNCAN: GEOGRAPHICAL INDICATION REGISTERED PRODUCTS

Mehmet Ali SALIK

Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Gıda Teknolojisi Programı, Bingöl, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4727-9830

Ümit SALIK

Psikolog, İstanbul, Türkiye.

Songül GÜLER

Coğrafya Öğretmeni, Milli Eğitim Bakanlığı, Beşiktaş Anadolu Lisesi, İstanbul, Türkiye.

ÖZET

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümünde yer alan Erzincan ili, tarih boyunca Hititlerden Romalılara kadar birçok uygarlığa ev sahipliği yapmış, Anadolu'nun en eski yerleşim merkezlerinden birisidir. Göç ve ticaret yollarının kesişiminde bulunması nedeniyle zengin bir kültürel mirasa ve köklü sanat geleneğine (el işçiliği/el sanatları, müzik ve halk kültürü vb.) sahip olan şehir, tarım ve hayvancılığa dayalı mutfak geleneğiyle de Türk gastronomisinde önemli bir yere sahiptir. Bu özellikleriyle Erzincan, yüksek Coğrafi İşaret (Cİ) potansiyeline sahip illerden biridir. Cİ tescili; kültürel mirasımızın ve geleneklerimizin korunması, gelecek nesillere aktarılması, sürdürülebilirliğinin sağlanması ve ekonomik değere dönüştürülmesinde marka güvencesi sağlayan önemli bir araçtır. Cİ'ler hem ürünlerin hem de üreticilerin korunmasına katkı sağlarken, kırsal ve bölgesel kalkınmayı da desteklemektedir. Cİ'ler, Menşe adı (Protected Designation of Origin – PDO: ürünün tüm nitelikleri belirli bir coğrafi bölgeye özgüdür) veya Mahreç işareti (Protected Geographical Indication – PGI: ürünün en az bir özelliği belirli bir coğrafi bölgeyle ilişkilidir) şeklinde tescil edilebilmektedir. Türkiye'de 2025 yılı Aralık ayı itibariyle 1793 adet ürün Cİ tescili almıştır. Erzincan'da ise 6 Menşe adı ve 8 Mahreç işareti olmak üzere toplam 14 adet ürün Türk Patent ve Marka Kurumu (TÜRKPATENT) tarafından tescillenmiştir. **Menşe işaretliler:** Erzincan Tulum Peyniri, Cimin Üzümü, Refahiye Balı, Kemaliye Dutu, Kemah Doğal Kaynak Tuzu ve Tercan Balı'dır. **Mahreç işaretliler:** Erzincan Bakır İmalat ve El İşlemeciliği Sanatı, Erzincan Kesme Kadayıfı, Erzincan Üzümlü Sarucu, Kemaliye Lök Tatlısı, Kemaliye Gazenne Dokuması, Cengerli Kilimi, Kemaliye Kapı Tokmağı ve Kemaliye Kuru Kaymağı'dır. Erzincan'da Cİ tescil başvurusu yapılmış 22 adet ürün ise değerlendirme sürecindedir. Bu çalışmada, Cİ'lerin önemine değinerek Erzincan'ın tescillenmiş ürünleri tanıtılmıştır. Böylece, zengin doğal kaynakları ve özgün üretim teknikleriyle sanatta ve geleneksel ürün çeşitliliğinde öne çıkan Erzincan'ın Cİ'li ürünleri aracılığıyla kentin gastronomi turizmine katkı sağlamak ve tescil potansiyeli taşıyan diğer yerel ürünler için farkındalık oluşturmak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi İşaret, Menşe Adı, Mahreç İşareti, Erzincan, Kültürel Miras, Gastronomi Turizmi

ABSTRACT

Erzincan Province, located in the Upper Euphrates region of Eastern Anatolia, is one of Anatolia's oldest settlement centers, having been home to many civilizations throughout history, from the Hittites to the Romans. The province has a rich cultural heritage and a deep-rooted artistic tradition (including handicrafts, music, and folk culture) due to its location at the crossroads of migration and trade routes. It also holds an important place in Turkish gastronomy with culinary traditions based on agriculture and animal husbandry. With these characteristics, Erzincan is one of the provinces with high Geographical Indication (GI) potential. GI registration is an important tool that provides brand assurance in preserving cultural heritage and traditions, transmitting them to future generations, ensuring their sustainability, and transforming them into economic value. While GIs contribute to the protection of both products and producers, they also support rural and regional development. GIs can be registered as a Designation of Origin (PDO: all characteristics of the product are specific to a particular geographical region) or a Protected Geographical Indication (PGI: at least one characteristic of the product is associated with a particular geographical region). In Türkiye, 1793 products had obtained GI registration as of December 2025. In Erzincan, a total of 14 products, including 6 PDOs and 8 PGIs, have been registered by TÜRKPATENT. **PDO:** Erzincan Tulum Peyniri (matured sheep cheese), Cimin Üzümü (black grape), Refahiye Balı (honey), Kemaliye Dutu (mulberry), Kemah Doğal Kaynak Tuzu (salt), and Tercan Balı (honey). **PGI:** Erzincan Bakır İmalat ve El İşlemeciliği Sanatı (copper craftsmanship), Erzincan Kesme Kadayıfı (cut kadayif), Erzincan Üzümlü Sarucu (snack made of dried grapes and walnuts), Kemaliye Lök Tatlısı (dessert made of dried mulberries and walnuts), Kemaliye Gazenne Dokuması (woven fabric), Cengerli Kilimi (rug), Kemaliye Kapı Tokmağı (door knocker), and Kemaliye Kuru Kaymağı (dried cream). In Erzincan, 22 products for which GI registration applications have been submitted are currently under evaluation. This study highlights the importance of GIs and introduces Erzincan's registered products. Thus, the aim is to contribute to the province's gastronomic tourism through Erzincan's GI-protected products, which stand out in art and traditional product diversity thanks to its rich natural resources and unique production techniques, and to raise awareness about other local products with registration potential.

Keywords: Geographical Indication, PDO, PGI, Erzincan, Cultural Heritage, Gastronomic Tourism

1. GİRİŞ

Coğrafi İşaret (Cİ) tescili, belirli bir bölgeyle özdeşleşmiş, ünü ve kendine özgü nitelikleri geçmişten günümüze taşınan ürünlerin kökenini tanımlayan; aynı zamanda bu ürünleri benzerlerinden ayıran ayırt edici özelliklerin korunmasını sağlayan bir sistemdir. Bu koruma mekanizması, taklitçiliğin ve haksız rekabetin önüne geçerek hem üreticinin hem de tüketicinin haklarını güvence altına alır. Ayrıca, söz konusu ürünlerin yalnızca üretildiği yöreyle sınırlı kalmayıp ulusal ve uluslararası pazarlarda daha geniş kitlelere ulaşmasına katkıda bulunur (Tekelioğlu, 2019; Çakmakçı ve Salık, 2022; Salık, 2025). 10 Ocak 2017'de yürürlüğe giren 6769 sayılı "Sınai Mülkiyet Kanunu" kapsamında Cİ'ler "Menşe adı (Protected designation of origin, PDO)" ya da "Mahreç işareti (Protected Geographical Indication, PGI)" olarak tescillenmektedir (Mevzuat, 2016). "Menşe adı"; hammadde, üretim ve işleme gibi tüm ürün özelliklerini üretildiği yöreden alan ürünleri ifade etmektedir. "Mahreç işareti" ürünün en az bir özelliğinin yöreden kaynaklandığını ifade etmektedir (Mevzuat, 2016; Avrupa Birliği Komisyonu, 2025). Ürünlerin Cİ tescili ile koruma alınmasıyla önemli yöresel ve ekonomik katkılar sağlanmaktadır. Bunlar; biyoçeşitliliğin korunması, kültürel bağının korunması ve üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması, kırsal kalkınma, taklitçilikle mücadele, katma değer, istihdam ve turizm faaliyetlerinin artırılması veya var olan potansiyelin canlandırılmasıdır (TÜRKPATENT, 2025; Avrupa Birliği Komisyonu, 2025; Salık, 2025).

Türkiye; kültürel yapısı ve bir çok medeniyete ev sahipliği etmesi, coğrafi konumu, ekolojik ve iklimsel çeşitliliği nedeniyle, Cİ tescilli ve/veya tescil alabilecek ürün sayısı bakımından önemli

bir konumdadır (Çakmakçı ve Salık, 2021; Salık, 2025). 2025 yılı Aralık ayı itibariyle TÜRKPATENT tarafından 1793 ürün (1378 adet Mahreç, 405 adet Menşe ve 7 adet geleneksel ürün olarak) koruma altına alınmıştır. Bunlardan; %84,1'i gıda ürünleri, %15,9 el sanatları ve diğerleri kategorisinde tescillenmiştir. 858 ürün için de Cİ tescil başvurusu yapılmıştır (TÜRKPATENT, 2025). Bu kültürel miras içerisinde geleneksel ürünler önemli bir konumda olup, bölgenin tanınırlığının artırılmasına ve gastronomi turizminin gelişmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmada, Cİ'lerin önemi vurgulanarak Erzincan'ın tescilli ürünlerine dikkat çekilmiş; böylece hem bölgenin gastronomi turizminin gelişmesine katkı sağlamak hem de Cİ tescili potansiyeli taşıyan diğer yerel ürünler konusunda farkındalık oluşturmak amaçlanmıştır.

2. ERZİNCAN'IN COĞRAFİ İŞARETLİ ÜRÜNLERİ

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümünde yer alan Erzincan ili, tarih boyunca Hititlerden Romalılara kadar birçok uygarlığa ev sahipliği yapmış, Anadolu'nun en eski yerleşim merkezlerinden birisidir. Göç ve ticaret yollarının kesişiminde bulunması nedeniyle zengin bir kültürel mirasa ve köklü sanat geleneğine (el işçiliği/el sanatları, müzik ve halk kültürü vb.) sahip olan şehir (Anonim, 2025a) tarım ve hayvancılığa dayalı mutfak geleneğiyle de Türk gastronomisinde önemli bir yere sahiptir (Başar ve Silahşör, 2019). 2025 yılı Aralık ayı itibariyle, TÜRKPATENT tarafından Erzincan'ın toplam 14 adet ürünü tescillenmiştir. Bu ürünlerden 6 adedi Menşe adı (Erzincan Tulum Peyniri, Cimin Üzümü, Refahiye Balı, Kemaliye Dutu, Kemah Doğal Kaynak Tuzu ve Tercan Balı) ve 8 adedi Mahreç işareti (Erzincan Bakır İmalat ve El İşlemeciliği Sanatı, Erzincan Kesme Kadayıfı, Erzincan Üzümlü Sarucu, Kemaliye Lök Tatlısı, Kemaliye Gazenne Dokuması, Cengerli Kilimi, Kemaliye Kapı Tokmağı ve Kemaliye Kuru Kaymağı) olarak koruma altına alınmıştır (Tablo 1). Erzincan'ın Cİ'li ürünlerine ait görseller ise Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Erzincan'da Cİ tescili almış ürünlerin tescil belgelerinde belirtilen bazı bilgiler

Cİ Adı	Tescil Tarihi	Başvuru Sahibi	Cİ Türü	Coğrafi Sınır	Kullanım Biçimi	K
Erzincan Tulum Peyniri [a]	21.08.2000	Erzincan Ticaret ve Sanayi Odası	Menşe adı	Erzincan ilinin 1500 m ve daha üzeri rakımlı yaylaları	M	1
Cimin Üzümü [b]	13.06.2001	Üzümlü Belediyesi	Menşe adı	Erzincan'ın Üzümlü ilçesi ile Avcılar, Bayırbağ, Çadırtepe, Geyikli, Karakaya ve Pişkidağ köyleri	M	2
Erzincan Bakır İmalat ve El İşlemeciliği Sanatı [c]	27.08.2002	Erzincan Ticaret ve Sanayi Odası	Mahreç işareti	Erzincan ili ve ilçeleri	M	3
Refahiye Balı [d]	18.09.2019	Refahiye Ziraat Odası	Menşe adı	Erzincan ili Refahiye ilçesi	M	4
Erzincan Kesme Kadayıfı [e]	21.05.2021	Erzincan İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü	Mahreç işareti	Erzincan ili	M	5

Kemaliye Dutu [b]	27.07.2021	Kemaliye Belediyesi	Menşe adı	Erzincan ili Kemaliye ilçesi	M	6
Kemah Doğal Kaynak Tuzu [f]	03.09.2021	Kemah İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Menşe adı	Erzincan ili Kemah ilçesi	M	7
Erzincan Üzümlü Sarucu [b]	05.09.2022	Üzümlü Köylere Hizmet Götürme Birliği	Mahreç işareti	Erzincan ili Üzümlü ilçesi	M	8
Kemaliye Lök Tatlısı [e]	21.08.2023	Kemaliye Belediyesi	Mahreç işareti	Erzincan ili Kemaliye ilçesi	M	9
Kemaliye Gazenne Dokuması [g]	12.09.2023	Erzincan Belediyesi	Mahreç işareti	Erzincan ili Kemaliye ilçesi	M	10
Cengerli Kilimi [h]	24.06.2025	Erzincan Belediyesi	Mahreç işareti	Erzincan ili Refahiye ilçesi Cengerli Köyü	M	11
Kemaliye Kuru Kaymağı [ı]	02.09.2025	Kemaliye Belediyesi	Mahreç işareti	Erzincan ili Kemaliye ilçesi	M	12
Kemaliye Kapı Tokmağı [c]	02.09.2025	Kemaliye Belediyesi	Mahreç işareti	Erzincan ili Kemaliye ilçesi	M	13
Tercan Balı [d]	21.11.2025	Tercan Köylere Hizmet Götürme Birliği	Menşe adı	Erzincan ili Tercan ilçesi	M	14

Tescil Kategorisi Ürün Grupları; [a]**:** Peynirler, [b]**:** İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar, [c]**:** Halılar, kilimler ve dokumalar dışında kalan el sanatı ürünleri, [d]**:** Bal, [e]**:** Fırıncılık ve pastacılık mamulleri, hamur işleri, tatlılar, [f]**:** Yiyecekler için çeşni / lezzet vericiler, soslar ve tuz, [g]**:** Dokumalar, [h]**:** Halılar ve kilimler, [ı]**:** Peynirler ve tereyağı dışında kalan süt ürünleri. **Markalama (M);** üreticilerin marka ile birlikte Cİ'yi ürünlerinin üzerinde kullanmalarıdır. **Kaynaklar (K); 1:** TÜRKPATENT (2000), **2:** TÜRKPATENT (2001), **3:** TÜRKPATENT (2002), **4:** TÜRKPATENT (2019), **5:** TÜRKPATENT (2021a), **6:** TÜRKPATENT (2021b), **7:** TÜRKPATENT (2021c), **8:** TÜRKPATENT (2022), **9:** TÜRKPATENT (2023a), **10:** TÜRKPATENT (2023b), **11:** TÜRKPATENT (2025a), **12:** TÜRKPATENT (2025b), **13:** TÜRKPATENT (2025c), **14:** TÜRKPATENT (2025d).

Şekil 1. Erzincan'ın Cİ tescili almış ürünleri

1: Erzincan Tulum Peyniri (TÜRKPATENT, 2000), **2:** Cimin Üzümü (TÜRKPATENT, 2001), **3:** Erzincan Bakır İmalat ve El İşlemeciliği Sanatı (TÜRKPATENT, 2002), **4:** Refahiye Balı (TÜRKPATENT, 2019), **5:** Erzincan Kesme Kadayıfı (Anonim, 2025b), **6:** Kemaliye (Eğin) Dutu (TÜRKPATENT, 2021b), **7:** Kemah Doğal Kaynak Tuzu (TÜRKPATENT, 2021c), **8:** Erzincan Üzümlü Sarucu (TÜRKPATENT, 2022), **9:** Kemaliye Lök Tatlısı (TÜRKPATENT, 2023a), **10:** Kemaliye Gazenne Dokuması (TÜRKPATENT, 2023b), **11:** Cengerli Kilimi (TÜRKPATENT, 2025a), **12:** Kemaliye Kuru Kaymağı (TÜRKPATENT, 2025b), **13:** Kemaliye Kapı Tokmağı (Anonim, 2025c), **14:** Tercan Balı (TÜRKPATENT, 2025d).

2.1. Erzincan Tulum Peyniri

Erzincan Tulum Peyniri (Şekil 1.1), 21.08.2000 tarihinde Erzincan Sanayi ve Ticaret Odası tarafından Menşe adı olarak tescillendirilerek Türkiye'nin ilk patentli peyniri ve Erzincan'ın ilk tescilli ürünü olmuştur (Tablo 1). 15.10.2021 Tarih ve 111 Sayılı Bülten'de bu peynirin tescil belgesinde değişiklikler yapılmıştır. Bununla birlikte, Erzincan Tulum Peyniri 27.05.2025 tarihinde Avrupa Birliği (AB) tarafından da Menşe adı olarak tescil edilerek, bu peynirin ünü ülke sınırlarını aşmıştır (Avrupa Komisyonu, 2025). Revize Cİ tescil belgesinde Erzincan Tulum peyniri, Erzincan'ın 1500 m ve daha üzeri rakımlı yaylalarında beslenen Akkaraman koyunu sütünden veya Akkaraman koyununun sütüne, en fazla %5 oranında Morkaraman koyunu sütü veya keçi sütü karıştırılarak yılın 4. ve 12. ayları arasında yapılan peynir olarak tanımlanmıştır (TÜRKPATENT, 2000). Erzincan Tulum Peynirinin karakteristik özellikleri (beyaz ve krem renkte, kolay dağılmayan, ağza alındığında bileşenlerinden kaynaklanan kendine özgü aroması kolaylıkla hissedilen, yarı sert, homojen yapıda ve belirgin asidik tatta); üretimde kullanılan Akkaraman koyun sütü, şirden mayası, Kemah yöresine ait tuz ve geleneksel üretim teknikleri ile ürünü olgunlaştırmak için tercih edilen keçi ya da koyun derisi tulumlarından kaynaklanmaktadır (TÜRKPATENT, 2000; Çakmakçı ve Salık, 2021). Her ne kadar peynirin özgün ambalajı keçi derisi tulumlar olsa da, günümüzde üretimin büyük bölümünde daha ekonomik, dayanıklı ve temini kolay olduğu için gıdayla temasa uygun plastik bidon gibi alternatif ambalajlar yaygın biçimde kullanılmakta ve ürün bu malzemeler içinde piyasaya sunulmaktadır (TÜRKPATENT, 2000; Çakmakçı ve Salık, 2021). Erzincan Tulum Peynirinde kurumadde (KM) miktarı en az %55, KM'de tuz miktarı en fazla %5, KM'de yağ miktarı en az %45 ve asitlik miktarı en fazla %2 olmalıdır (TÜRKPATENT, 2000).

2.2. Cimin Üzümü

Cimin Üzümü (Şekil 1.2), 13.06.2001 tarihinde Üzümlü Belediyesi tarafından Menşe adı olarak tescillendirilerek Türkiye'nin ilk patentli üzümü olmuştur (Tablo 1). Bu üzüm, siyah renkli, puslu yüzeyli, elips-oval şekilli, tane ağırlığı 3-4 gr, çekirdek sayısı 1-4, kabuk kalınlığı orta, tatlı-ekşi lezzetli, dolgun salkımlı ve iri taneli bir sofralık çekirdekli üzüm çeşididir (TÜRKPATENT, 2001; Salık, 2025). Bu üzüm çeşidi Ağustos ayı sonu ile Eylül ayı başında olgunlaşmaya başlamakta, üzüm bağlarının konumladığı rakıma bağlı olarak hasadı Ekim ayının sonuna devam etmektedir (Salık, 2025). Sofralık tüketimin yanı sıra bu üzüm kurutularak da mevsim dışında tüketilebilmektedir. Ayrıca bu üzüm, yörede geleneksel olarak üretilen Cİ tescilli (Mahreç) "Erzincan Üzümlü Sarucu"nun (kuru Cimin üzümü ve ceviz içinin birleştirilmesiyle elde edilen atıştırmalık bir ürün/çerez) en önemli hammaddesidir (TÜRKPATENT, 2022; Salık, 2024).

2.3. Erzincan Bakır İmalat ve El İşlemeciliği Sanatı

Erzincan Bakır İmalat ve El İşlemeciliği Sanatı (Şekil 1.3), 27.08.2002 tarihinde Üzümlü Belediyesi tarafından Mahreç işareti olarak tescillendirilerek Türkiye'nin ilk patentli el sanatı ürünü olmuştur (Tablo 1). Ustalık becerisi gerektiren bu sanatta, külçe halinde gelen hammadde (bakır) levha haline dönüştürüp elde ve tezgâhlarda şekillendirerek, sanatkârın tarihten gelen birikim ve ince nakış ile 104 elden geçirerek ortaya koyduğu eser çıkmaktadır. İşleme sanatında ustalarca özel tasarlanan şekiller "Oyma Tekniğiyle" tekli kalemle bakır üzerine çıkarılmaktadır. Bakır imalatında, bakırlar duvar tabağı (simler, resimli tabaklar, saatli tabaklar vb.), biblo çeşitleri (ibrik güğüm, vazo vb.) ve ev gereçleri (sürahi, semaver, tabak tepsi, çay takımı, kahve takımı, kazan, debbe, sağan, iliştir, hamam tası, tencere) gibi sanat ürünlerine dönüştürülmektedir (TÜRKPATENT, 2002).

2.4. Refahiye Balı

Refahiye Balı (Şekil 1.4), 18.09.2019 tarihinde Refahiye Ziraat Odası tarafından Menşe adı olarak tescillendirilmiştir (Tablo 1). Bu bal, Erzincan ilinin Refahiye ilçesinin zengin bitki örtüsündeki bitkilerden salgılanan nektarların, Kafkas arısı ırkı veya melezleri tarafından toplanmasıyla üretilen bir arı ürünüdür. Refahiye Balı; şeffaf ve parlak görünümlü, mevsimsel şartlara bağlı olarak açık amber-koyu amber tonlarında ve akışkan kıvamlıdır. Bu balın en önemli ayırt edici özelliği prolin oranının çok yüksek (750-1200 mg/kg) olmasıdır. Petekli ve süzme olarak üretilen Refahiye Balında bulunan *Fabaceae* dominant, *Lilliaceae* sekonder polen türlerini oluşturmaktadır. Refahiye Balında; sakkaroz miktarı en fazla %2, Hidroksimetil Furfural (HMF) miktarı en fazla 40 mg/kg, fruktoz+glikoz miktarı en az % 65, nem miktarı %16-17, diastaz sayısı en az 8, suda çözünmeyen madde miktarı en fazla %0,1, serbest asitlik miktarı en fazla 50 meq/kg ve naftalin (bal mumunda) en fazla 10 µg/kg olmalıdır (TÜRKPATENT, 2019).

2.5. Erzincan Kesme Kadayıfı

Erzincan Kesme Kadayıfı (Şekil 1.5), 21.05.2021 tarihinde Erzincan İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü tarafından Mahreç işareti olarak tescillendirilmiştir (Tablo 1). Erzincan Kesme Kadayıfı; yoğurt, tam yağlı süt, yumurta, bitkisel yağlar, limon suyu, tereyağı, sirke, ayçiçek yağı, tuz, sert beyaz buğday unu, kabartma tozu ve karbonatla hazırlanan bir hamurun ince yufkalar haline getirilip kesilmesiyle yapılır. Bu ince şeritler arasına ceviz içi yerleştirilir, ardından pişirilip üzerine şerbet dökülerek tatlı son haline getirilir (TÜRKPATENT, 2021a).

2.6. Kemaliye (Eğin) Dutu

Kemaliye Dutu (Şekil 1.6), 27.07.2021 tarihinde Kemaliye Belediyesi tarafından Menşe adı olarak tescillendirilmiştir (Tablo 1). Kemaliye Dutu *Morus alba* L. türüne ait olan üzümsü bir meyvedir. Hasat döneminde iklim, yetiştirme koşulları ve meyvenin olgunluk durumuna göre yaş meyvelerde; meyve ağırlığı 0,4-3,5 g, meyve eni 8-19 mm, meyve boyu 12-32 mm ve meyve sapı uzunluğu 4,5-15 mm arasında değişir. Yaş meyvede suda çözünür kurumadde miktarı en az % 17, şıra randımanı en az % 59 ve kurutma randımanı ise en az % 25'tir. Raf ömrü kısa olan yaş meyveler kurutularak da değerlendirilir ve tüketiciye sunulur (TÜRKPATENT, 2021b).

2.7. Kemah Doğal Kaynak Tuzu

Kemah Doğal Kaynak Tuzu (Şekil 1.7), 03.09.2021 tarihinde Kemah İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü tarafından Menşe adı olarak tescillendirilmiştir (Tablo 1). Kemah Doğal Kaynak Tuzu, Munzur Dağları'ndaki kaya tuzu oluşumlarıyla temas eden yer altı sularının, bu tuz tabakasını çözerek tuzlu su halinde yüzeye çıkması ve söz konusu suyun tuz havuzlarında güneş ışığı ile rüzgâr gibi doğal enerji kaynakları kullanılarak buharlaştırılması sonucu elde edilen amorf kristal yapılı bir tuz türüdür. Kemah Tuzunun tuzluluk düzeyi (Bome derecesi), suyun akış miktarına bağlı olarak %14 ile %24 arasında değişiklik göstermektedir. Ürün; kolay ufalanabilen, ağızda hızla çözünebilen, dilde hafif yakıcı bir tat bırakan, kokusuz ve parlak görünümlü bir yapıya sahiptir. Yaklaşık olarak %40 sodyum ve %60 klor içeren tuzun nem oranı %1,6-2,3 aralığında olup, sertliği 2,5 mg/L ve özgül ağırlığı 2,1-2,35 g/cm³ arasındadır. Kemah Doğal Kaynak Tuzu, herhangi bir öğütme işleminden geçirilmeden 5 kg, 10 kg ve 20 kg'lık paketler hâlinde piyasaya sunulmaktadır (TÜRKPATENT, 2021c).

2.8. Erzincan Üzümlü Sarucu

Erzincan Üzümlü Sarucu (Şekil 1.8), 05.09.2022 tarihinde Üzümlü Köylere Hizmet Götürme Birliği tarafından Mahreç işareti olarak tescillendirilmiştir (Tablo 1). Erzincan Üzümlü Sarucu, Cimin üzümünün ortadan ikiye ayrılarak kurutulması sonucunda elde edilen üzüm tanelerinin içlerine ceviz içi yerleştirilmesi ve bu tanelerin pamuk ipliğe dizilmesi suretiyle hazırlanan geleneksel bir üründür (TÜRKPATENT, 2022; Salık, 2024). Bu atıştırmalık ürün, Erzincan ili Üzümlü (Cimin) ilçesi ve köylerinde özellikle kadın üreticiler tarafından geleneksel olarak üretilen önemli/besin değeri yüksek bir gastronomik lezzettir (Salık, 2024; 2025). Erzincan Üzümlü Sarucu'nda kurumadde miktarı %87,80-92,80, toplam şeker miktarı %24,20-33,70, fruktoz miktarı %11,40-16,50, glukoz miktarı %12,50-17,00, sakkaroz miktarı %0,19-0,42, su aktivitesi değeri 0,441-0,544, lif miktarı %16,30-19,00, titrasyon asitliği miktarı %0,54-1,11 ve C vitamini miktarı 37,10-39,90 mg/kg aralığındadır (TÜRKPATENT, 2022). Üzümlü Sarucunda renk parametrelerinden L^* değeri 32,02, a^* değeri 3,99 ve b^* değeri -0,50 olarak belirlenmiştir (Salık, 2024).

2.9. Kemaliye Lök Tatlısı

Kemaliye Lök Tatlısı (Şekil 1.9), 21.08.2023 tarihinde Kemaliye Belediyesi tarafından Mahreç işareti olarak tescillendirilmiştir (Tablo 1). Kemaliye Lök Tatlısı, taş değirmende öğütülen kurutulmuş dut (tescilli Kemaliye Dutundan elde edilen) ile ceviz içi karışımın macun kıvamına gelene kadar dövülmesi suretiyle üretilen tatlıdır. Geçmişi Osmanlı dönemine kadar dayanan Lök Tatlısı "padişah tatlısı" olarak da bilinmektedir (TÜRKPATENT, 2023a).

2.10. Kemaliye Gazenne Dokuması

Kemaliye Gazenne Dokuması (Şekil 1.10), 12.09.2023 tarihinde Kemaliye Belediyesi tarafından Mahreç işareti olarak tescillendirilmiştir (Tablo 1). Kemaliye Gazenne Dokuması, tamamen pamuk ipliğinden üretilen ve mekikli tezgâhlarda dokunan, "gazenne" olarak adlandırılan renkli dikey çizgilerle karakterize bir kumaş türüdür. Kına kıyafetleri, çeşitli giysiler, peştamallar, yastık ve çarşaflar ile masa örtüsü ve şalların yapımında kullanılmaktadır. Bu dokumalarda çoğunlukla bordo ve lacivert tonları tercih edilmekle birlikte, kullanım amacına bağlı olarak mor, sarı, kırmızı ve yeşil gibi farklı renklerde ipliklerle dikey çizgi motifleri oluşturulmaktadır (TÜRKPATENT, 2023b).

2.11. Cengerli Kilimi

Cengerli Kilimi (Şekil 1.11), 24.06.2025 Erzincan Belediyesi tarafından Mahreç işareti olarak tescillendirilmiştir (Tablo 1). Bu kilim; orta kısımda koyu ve açık tonlarda siyah, bordo ve kırmızı zemin üzerinde siyah, beyaz, kırmızı, turuncu, yeşil, mavi, sarı, lacivert ve pembe renkli ipler kullanılarak "kemk (ıstar)" olarak adlandırılan kirkitli tezgâhlarda dokunan kilimdir. Cengerli kilimleri, motif, renk ve kompozisyon bakımından dikkate değer bir çeşitlilik ve zenginlik sergilemektedir. Bu unsurlar, bölge halkının duygularını, düşüncelerini, yaşam biçimlerini ve gündelik yaşamlarında karşılaştıkları olayları yansıtma işlevi taşımaktadır. Kilimlerde çoğu zaman birden fazla motif bir arada kullanılır ve bu motifler yan yana, üst üste, verev ya da diyagonal biçimde yerleştirilerek tüm yüzeye dengeli biçimde dağıtılır. Cengerli Kiliminde en çok nakış, güneş, mihrap, nazar (muska), kurtağzı, hacer, bereket, hükümet ve vazo gibi motifler kullanılmaktadır (TÜRKPATENT, 2025a).

2.12. Kemaliye Kuru Kaymağı

Kemaliye Kuru Kaymağı (Şekil 1.12), 02.09.2025 tarihinde Kemaliye Belediyesi tarafından Mahreç işareti olarak tescillendirilmiştir (Tablo 1). Kemaliye Kuru Kaymağı inek sütünün tekniğine uygun olarak süt yağının yoğunlaştırılmasıyla üretilen gözenekli ve yarım ay şeklinde üretilen bir süt ürünüdür. Bu kaymağın üretiminde her hangi bir katkı maddesi kullanılmamakta olup, üründe süt yağ oranı ağırlıkça en az %85'dir. Kemaliye Kuru Kaymağının üretiminde sıcaklığı uzun süre aynı derecede tutması ve ani ısı kaybına neden olmaması özelliğiyle kullanılan meşe ve dişbudak kömürleri, ürüne yöresel "Reyha" adı verilen özgün aroma kazandırmaktadır (TÜRKPATENT, 2025b).

2.13. Kemaliye Kapı Tokmağı

Kemaliye Kapı Tokmağı (Şekil 1.13), 02.09.2025 tarihinde Kemaliye Belediyesi tarafından Mahreç işareti olarak tescillendirilmiştir (Tablo 1). Kemaliye Kapı Tokmağı, soğuk haddelenmiş çelik sac ile dövme demirin işlenmesi sonucu elde edilen, kapıya monte edilerek vurma yöntemiyle kapı çalmaya yarayan bir metal elemandır. Pahlama, yeğleme, göbek oluşturma ve parlatma gibi işlemlerden geçirilerek şekillendirilen bu tokmaklar; yılan, kuş, narçiçeği, akrep, koçbaşı, güneş, hayat ağacı ve çift başlı kartal gibi yöreye özgü motiflerle bezenir. Her motif farklı bir anlamı temsil eder: Örneğin kuş figürü gurbet hasretini, narçiçeği bolluk ve zarafeti ifade ederken; yılan motifinin bulunduğu evin kötülüklerden korunduğuna inanılır. Ayrıca el işçiliği ve ustalık gerektiren Kemaliye Kapı Tokmakları, misafirin kadın mı erkek mi olduğunu ayırt etmeye yardımcı olacak şekilde farklı tonda (kalın veya ince) ses çıkaracak biçimde de üretilebilmektedir (TÜRKPATENT, 2025c). Eğer misafir büyük tokmağı kullanır ve ses tok/gür çıkarsa gelen kişinin erkek olduğu, ince daha az sesi olan küçük tokmak kullanılırsa gelen kişinin kadın olduğu anlaşılır (Anonim, 2025d).

2.14. Tercan Balı

Tercan Balı (Şekil 1.14), 21.11.2025 tarihinde Tercan Köylere Hizmet Götürme Birliği tarafından Menşe adı olarak tescillendirilmiştir (Tablo 1). Tercan Balı; kır çiçeği tadı ve aromasına sahip, akışkan kıvamlı ve rengi altın sarısından açık ve parlak kahverengi renge kadar değişen (amber renkte) çiçek balıdır. Üretiminde Kafkas arı ırkı (*Apis mellifera caucasica*), Anadolu ırkı ve bu iki ırkın melezleşmiş türleri kullanılır. Tercan balında bulunan ana polenler; korunga (*Onobrychis viciifolia*), deligöz çiçeği (*Rudbeckia hirta*), geven (*Echinops spinosus*), erguvan (*Cercis siliquastrum*) ve gayret çiçeği (*Chrysanthemum coronarium*)'dir. Çiçek florasının zenginliği, bu baldaki fenolik madde miktarının oldukça yüksek olmasına katkı sağlamış ve yaklaşık 50 farklı fenolik bileşik tanımlanmıştır. Tercan Balında; serbest asitlik miktarı 10,85-22,90 meq/kg, diastaz sayısı 8,19-21,50, prolin miktarı 361-627 mg/kg, glikoz miktarı %29,49-35,46, fruktoz miktarı %34,83-41,77, sakaroz miktarı %0,88-4,25, maltoz miktarı %1,08-3,50, fruktoz+glikoz miktarı %64,32-77,23 ve früktoz/glikoz oranı 1,12-1,19 aralığında olmalıdır (TÜRKPATENT, 2025d).

3. ERZİNCAN'IN COĞRAFİ İŞARET POTANSİYELİ VE TESCİL BAŞVURUSU YAPILMIŞ ÜRÜNLERİ

Erzincan'ın mutfak kültürü, bölgenin iklimi ve tarih boyunca farklı kültürlerle kurulan etkileşim sayesinde çeşitlilik kazanmıştır. Yörede süt ürünleri, tahıllar ve geleneksel koruma yöntemleriyle hazırlanan gıdalar öne çıkmaktadır. Erzincan'ın tarımsal çeşitliliği ve geleneksel üretim yöntemleri, bölgenin coğrafi işaretli ürün potansiyelini destekleyen önemli unsurlardır (Başar ve Silahşör, 2019). Günümüzde, Erzincan kültürüne ait ve/veya bu coğrafyada

şekillenmiş/ün kazanmış ürünlerden 14 adedi Cİ tescili ile koruma altına alınmış ve bu anlamda bir şans yakalamıştır. Cİ tescil başvurusu yapılmış 22 adet ürün ise değerlendirme aşamasında olup, ürünlere ait bilgiler Tablo 2'de sunulmuştur (TÜRKPATENT, 2025). Tablodan da görüleceği üzere Erzincan'ın mutfak kültürü, geniş bir ürün grubu (bal; işlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar; alkolsüz içecekler; fırıncılık ve pastacılık mamulleri, hamur işleri, tatlılar; yemekler ve çorbalar; işlenmiş ve işlenmemiş et ürünleri) içerisinde zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Bunların dışında, bölgeye özgü çok sayıda geleneksel ürün de coğrafi işaret alma potansiyeli taşımaktadır. Bu ürünler arasında un çorbası, gendime çorbası, kahküllü pilav, su böreği, yaş/kuru tarhana ve kelecoş gibi yemeklerin yanı sıra meyve kuruları (kayısı, elma, armut, şeftali, üzüm, erik vb.) ile meyve ürünleri (şeftali sarucu, dut pestili/bastık, çiğit, dut pekmezi, dut kesmesi vb.) bulunmaktadır.

Tablo 2. Erzincan'da Cİ tescil başvurusu yapılmış ve değerlendirme sürecinde olan ürünler

Ürün Grubu	Ürün Adı ve Tescil Türü
Bal	**1:** Erzincan Geven Balı (Menşe)
İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	**2:** Kemaliye (Eğin) Dut Pekmezi (Mahreç), **3:** Erzincan Sakı Elması (Menşe), **4:** Erzincan Tava Leblebisi (Mahreç), **5:** Erzincan Kuşburnu Goravası (Mahreç), **6:** Erzincan Çermail Armudu (Menşe), **7:** Kemah Cevizi (Menşe)
Alkolsüz içecekler	**8:** Erzincan Ekşisu Doğal Maden Suyu (Menşe)
Fırıncılık ve pastacılık mamulleri, hamur işleri, tatlılar	**9:** Erzincan Tandır Ketesi (Mahreç), **10:** Erzincan Lüle Baklavası (Mahreç), **11:** Erzincan Kasefe Tatlısı (Mahreç), **12:** Erzincan Atom Sütlaç (Mahreç), **13:** Erzincan Tandır Ekmeği (Mahreç), **14:** Erzincan Tandır Lavaşı (Mahreç), **15:** Erzincan Kemaliye Boylu Ekmeği (Mahreç), **16:** Erzincan Lokumu (Mahreç)
Yemekler ve çorbalar	**17:** Erzincan Yaprak Döneri (Mahreç), **18:** Erzincan Babukko Yemeği (Mahreç), **19:** Erzincan Yaprak Sarması (Mahreç), **20:** Erzincan Eşgilisi (Mahreç), **21:** Kemaliye Badişli Çorba (Mahreç)
İşlenmiş ve işlenmemiş et ürünleri	**22:** Erzincan Kemaliye Et Kavurması (Mahreç)

Kaynak: TÜRKPATENT (2025).

4. SONUÇ

Erzincan ili, köklü tarihi geçmişi, zengin kültürel mirası ve özgün üretim gelenekleriyle/teknikleriyle yüksek Coğrafi İşaret (Cİ) potansiyeline sahip Anadolu'nun en eski yerleşim merkezlerinden biridir. Erzincan'da kültür, sanat ve lezzet zenginliğini en iyi yansıtan ürünlerden 14 tanesi Cİ (6 Menşe, 8 Mahreç) tescilli almış olup, 22 ürün için ise tescil süreci devam etmektedir. Bu durum, Erzincan'ın hem tarımsal üretim hem de el sanatları açısından güçlü bir kimliğe sahip olduğunu göstermektedir. Cİ tescilleri, Erzincan'ın yerel değerlerinin korunmasına, üreticilerin haklarının güvence altına alınmasına ve kırsal kalkınmanın desteklenmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Bununla birlikte, Erzincan Tulum Peyniri'nden Cimin Üzümü'ne, Refahiye Balı'ndan Erzincan Bakır El İşlemeciliği'ne kadar her bir ürün, kentin gastronomik ve kültürel zenginliğini yansıtarak bölgeyi marka şehir konumuna taşımaktadır. Sonuç olarak, Cİ uygulamalarının yaygınlaştırılması, tescilli ürünlerin tanıtımı ve sürdürülebilir üretim modellerinin desteklenmesi; Erzincan'ın hem ekonomik gelişimine hem de gastronomi turizminin canlanmasına katkı sağlayacaktır. Bu doğrultuda, Erzincan'ın Cİ'li ürünleri yalnızca yerel kalkınmaya katkı sunmakla kalmayıp, Türkiye'nin kültürel mirasının korunması ve uluslararası alanda tanıtılması açısından da önemli bir araç niteliği taşımaktadır. Bu çerçevede, tescilli ürünlerin etkili biçimde tanıtılması, üretim standartları ile sürdürülebilir

uygulamaların yaygınlaştırılması, üreticilere yönelik eğitim ve örgütlenme çalışmalarının desteklenmesi ve yerel tedarik zincirlerinin güçlendirilmesi, işleyen ve denetimi sağlanan bir Cİ sisteminin temel unsurlarını oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

Anonim (2025a). https://beta.kulturportali.gov.tr/turkiye/erzincan/genelbilgiler (Erişim Tarihi: 01.11.2025)

Anonim (2025b). https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/erzincan/neyenir/erzincan-kesme-kadayif (Erişim Tarihi: 08.11.2025)

Anonim (2025c). https://www.aa.com.tr/tr/kultur-sanat/kemaliyenin-asirlik-kulturu-kapi-tokmaklari-5-kusaktir-ayni-ailenin-elinde-sekilleniyor/2293317 (Erişim Tarihi: 08.11.2025)

Anonim (2025d). https://www.demircioglukemaliye.com/kemaliye-kapi-tokmaklari-sirlari/ (Erişim Tarihi: 13.11.2025)

Avrupa Birliği Komisyonu (2025). Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin (AB) 2024/1143 Sayılı Tüzüğü, https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1143/oj (Erişim Tarihi: 15.08.2025)

Avrupa Komisyonu (2025). https://ec.europa.eu/agriculture/eambrosia/geographical-indications-register/details/EUGI00000020078 (Erişim Tarihi: 08.11.2025)

Başar, B., Silahşör, Y. (2019). Erzincan'da Yemek Kültürü. In book: Erzincan 2019 (pp.465-480), Publisher: Uyum Ajans.

Çakmakçı, S., Salık, M.A. (2021). Türkiye'nin coğrafi işaretli peynirleri. Akademik Gıda, 19 (3), 325-342.

Çakmakçı, S., Salık, M.A. (2022). Erzurum'un coğrafi işaret tescili almış ürünleri: Güncel bir bakış ve öneriler. ATA-Gıda Dergisi, 1 (2), 0010.

Mevzuat (2016). Sınai Mülkiyet Kanunu, 6769 sayılı (22.12.2016), https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6769.pdf (Erişim Tarihi: 15.08.2025).

Salık M.A. (2024). Traditional Fruit Snacks of Erzincan: "Seftali (Peach) Sarucu" and "Uzum (Grape) Sarucu". 3rd International Congress on Food Researches, 16-18 October 2024, Sivas, Türkiye, 256-262.

Salık M.A. (2025). Effects of drying and extraction methods on the physicochemical characteristics, mineral composition, anthocyanin content, and antioxidant capacity of 'Karaerik' grape (*Vitis vinifera* ssp., Cimin). Applied Fruit Science, 67(23), 1-14.

Salık M.A. (2025). The importance of geographical indication registration in ensuring sustainability in the production of agricultural and animal foods and the possible effects of climate change: The case of Bingöl province. International Journal of Food, Agriculture and Animal Sciences (IJFAA), 5(2), 113-129.

Tekelioğlu, Y. (2019). Coğrafi işaretler ve Türkiye uygulamaları. Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8 (15), 47-75.

TÜRKPATENT (2000). Erzincan Tulum Peyniri'nin Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:30) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2001). Cimin Üzümü'nün Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:37) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2002). Erzincan Bakır İmalat ve El İşlemeciliği Sanatı'nın Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:38) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2019). Refahiye Balı'nın Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:457) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2021a). Erzincan Kesme Kadayıfı'nın Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:760) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2021b). Kemaliye Dutu/Eğin Dutu'nun Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:813) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2021c). Kemah Doğal Kaynak Tuzu'nun Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:880) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2022). Erzincan Üzümlü Sarucu'nun Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:1208) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2023a). Kemaliye Lök Tatlısı/Eğin Lök Tatlısı'nın Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:1452) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2023b). Kemaliye Gazenne Dokuması/Eğin Gazenne Dokuması'nın Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:1469) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2025). Türkiye'nin Dijital Coğrafi İşaret Platformu, https://www.turkpatent.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 01.12.2025).

TÜRKPATENT (2025a). Cengerli Kilimi'nin Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:1748) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2025b). Kemaliye Kuru Kaymağı/Eğin Kuru Kaymağı'nın Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:1769) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2025c). Kemaliye Kapı Tokmağı/Eğin Kapı Tokmağı'nın Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:1768) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2025d). Tercan Balı'nın Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:1792) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 1.12.2025)

ERZİNCAN'IN SİYAH İNCİSİ: COĞRAFİ İŞARET TESCİLLİ "CİMİN ÜZÜMÜ"NÜN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BİYOAKTİVİTESİ ÜZERİNE BİR DERLEME

THE BLACK PEARL OF ERZİNCAN: A REVIEW ON THE QUALITY CHARACTERISTICS AND BIOACTIVITY OF THE GEOGRAPHICALLY INDICATED "CİMİN ÜZÜMÜ (GRAPE)"

Mehmet Ali SALIK

Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Gıda Teknolojisi Programı, Bingöl, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4727-9830

ÖZET

Üzüm (*Vitis vinifera* L.), dünyada en fazla yetiştirilen ve ihraç edilen meyvelerden biridir. Üzümün yüksek besin değeri, lezzeti ve terapotik etkileri (antioksidan, antikanserojenik, kardiyopetrik, antiinflamatuar, nöroprotektif, vb.) ticari değerini artırmaktadır. 2022 yılında dünya çapında 78,2 milyon ton üzüm üretilmiş olup; Çin, İtalya, Fransa, İspanya, ABD ve Türkiye en büyük üreticiler arasındadır. Türkiye, üzüm çeşitliliği bakımından zengin olup, kuru üzüm ihracatında dünya lideridir. Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Erzincan Ovası, bitki çeşitliliği bakımından zengin ve köklü bir bağcılık kültürüne sahiptir. Cimin Üzümü (yerel adıyla Karaerik veya Siyah İnci) Erzincan'ın Üzümlü ilçesi (eski adıyla Cimin) başta olmak üzere Avcılar, Bayırbağ, Çadırtepe, Geyikli, Karakaya ve Pişkidağ köylerinde uzun yıllardır yetiştirilmektedir. Türkiye'ye özgü yüksek kaliteli sofralık çekirdekli bir çeşit olan Cimin Üzümü, 13.06.2001 tarihinde Türk Patent ve Marka Kurumu (TÜRKPATENT) tarafından Menşe adıyla (Protected Designation of Origin – PDO) tescillenerek Türkiye'nin ilk patentli üzümü olmuştur. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre (2020-2024); Erzincan'da 3.965-6.272 ton üzüm üretilmiş ve bunun %60-65'ini (2.561-4.275 ton) Üzümlü tek başına karşılamıştır. Cimin Üzümü; siyah renkli, puslu yüzeyli, elips-oval şekilli, tane ağırlığı 3-4 g, çekirdek sayısı 1-4, kabuk kalınlığı orta, tatlı-ekşi lezzetli, dolgun salkımlı ve iri tanelidir. Cimin Üzümünün pH değeri 3,01-3,66, asitlik miktarı %0,42-1,09, kurumadde miktarı %18,77-30,13, kül miktarı %0,71-0,90 ve protein miktarı %0,90-1,68 aralığındadır. Kendine has rengi, eşsiz mayhoş tadı ve nispeten düşük şeker içeriğiyle Cimin Üzümü; mineraller (Ca, Mg, P, K, Fe, Mn, Zn, Cu, vb.), organik asitler (tartarik, malik, sitrik ve fumarik asit gibi) ve antioksidan bileşikler (fenolikler, flavonoidler, antosiyaninler, vb.) bakımından zengindir. Halk hekimliğinde bu üzümün, bağışıklığı güçlendirdiği ve çeşitli hastalıklara iyi geldiği bilinmektedir. Sofralık tüketiminin yanı sıra Cimin Üzümü, kurutularak yöreye özgü bir atıştırmalık olan tescilli "Erzincan Üzümlü Sarucu"nun üretiminde de hammadde olarak kullanılır. Bu çalışmada, Cimin Üzümünün kalite özellikleri ve biyoaktivitesi üzerine yapılan araştırmalar derlenerek, üzümün tanıtımı ve beklenen ekonomik katkısının artırılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bağcılık, *Vitis vinifera* L., Erzincan Cimin Üzümü, Üzümlü İlçesi, Kalite Özellikleri, Coğrafi İşaret

ABSTRACT

Grape (*Vitis vinifera* L.) is one of the most cultivated and exported fruits in the world. The high nutritional value, flavor, and therapeutic effects (antioxidant, anticarcinogenic, cardiorespiratory, anti-inflammatory, neuroprotective, etc.) of grapes increase their commercial value. In 2022, 78.2 million tons of grapes were produced worldwide, with China, Italy, France, Spain, the USA, and Türkiye among the largest producers. Türkiye is rich in grape varieties and is the world leader in raisin exports. Located in the Eastern Anatolia Region, the Erzincan Plain is rich in plant diversity and has a long-standing viticulture culture. Cimin Üzümü (locally known as Karaerik or Black Pearl) has been cultivated for many years in the villages of Avcılar, Bayırbağ, Çadırtepe, Geyikli, Karakaya, and Pişkidağ, primarily

in the Üzümlü district (formerly Cimin) of Erzincan. Cimin Üzümü, a high-quality table grape variety unique to Türkiye, was registered as a PDO by the Turkish Patent and Trademark Office (TÜRKPATENT) on June 13, 2001, becoming Türkiye's first patented grape. According to Turkish Statistical Institute (TÜİK) data (2020-2024), 3,965-6,272 tons of grapes were produced in Erzincan, with Üzümlü alone accounting for 60-65% (2,561-4,275 tons) of this amount. Cimin Üzümü is black in color, with a hazy surface, elliptical-oval in shape, has an average berry weight of 3-4 g, 1-4 seeds per berry, medium skin thickness, a sweet-tart flavor, full clusters, and large berries. The pH value of Cimin Üzümü ranges from 3.01 to 3.66; acidity content 0.42-1.09%; dry matter content 18.77-30.13%; ash content 0.71-0.90%; and protein content 0.90-1.68%. Cimin Üzümü, with its distinctive color, tart flavor, and relatively low sugar content, is rich in minerals (Ca, Mg, P, K, Fe, Mn, Zn, Cu, etc.), organic acids (such as tartaric, malic, citric, and fumaric acids), and antioxidant compounds (phenolics, flavonoids, anthocyanins, etc.). In folk medicine, this grape is believed to strengthen the immune system and be beneficial for various ailments. In addition to being consumed fresh, Cimin Üzümü is also dried and used in the production of the trademarked "Erzincan Üzümlü Sarucu," a snack unique to the region. In this study, by compiling research on the quality characteristics and bioactivity of Cimin Üzümü, the aim is to promote the grape and enhance its expected economic contribution.

Keywords: Viticulture, *Vitis vinifera* L., Erzincan Cimin Üzümü (Grape), Üzümlü District, Quality Characteristics, Geographical Indication

1. GİRİŞ

Üzüm (*Vitis vinifera* L.), 80'den fazla tür ve çok sayıda çeşidi ile dünya çapında en yaygın yetiştirilen meyvelerden biridir (Hermosin-Gutiérrez *et al*., 2020). 2022 yılında dünya çapında 78,2 milyon ton üzüm üretilmiş olup; Çin (15,4 milyon ton), İtalya (8,4 milyon ton), Fransa (6,2 milyon ton), İspanya (5,9 milyon ton), ABD (5,4 milyon ton) ve Türkiye (4,2 milyon ton) dünyanın en büyük üreticileri arasında yer almaktadır (FAOSTAT, 2025). Dünya genelinde kuru üzüm ihracatında ise ilk sırada yer alan Türkiye, üzüm yetiştiriciliğinde önemli bir konuma sahiptir (Salık, 2025). Üzümün yüksek besin değeri ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri ticari değerini artırmaktadır. Üzüm taneleri kabuk, posa ve çekirdeklerden oluşur ve bileşimleri tür, yetiştirme, iklim ve işleme faktörlerinden büyük ölçüde etkilenir (Gomes *et al*., 2019). Üzümler, karotenoidler, vitaminler (C ve E vitaminleri gibi), polifenoller, fenolik asitler, flavonoidler, stilbenler, antosiyaninler, tanenler ve resveratrol gibi biyoaktif bileşenler bakımından zengindir. Ayrıca türe ve çeşide bağlı olarak az veya çok miktarlarda diyet lifi, protein, yağ, şeker (glukoz, fruktoz, sakkaroz vb.), mineraller (K, P, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn, Zn, Se vb.) ve organik asitler (tartarik asit, malik asit, vb.) içermektedir (Salık, 2025). Yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda doğal ya da işlenmiş formlarda üzüm ve üzüm ürünlerinin, içerdikleri çeşitli fitokimyasallardan dolayı insan fizyolojisi üzerinde antioksidan, antikanserojenik, kardiyopetrik, antiinflamatuar ve nöroprotektif etki gösterdiği bildirilmiştir (Gomes *et al*., 2019). Bu da üzümleri daha sağlıklı bir diyet için mükemmel bir seçim haline getirmektedir (Salık, 2025). Türkiye, üzüm çeşitliliğinde önemli bir yere sahiptir. Birçok yerel çeşit bölgesel öneme sahiptir ve bağcılığın gelişmesinde önemli rol oynamıştır (Özel, 2022). Türkiye'nin Doğu Anadolu bölgesi, sofralık ve şaraplık üzüm üretiminde önemli bir potansiyele sahiptir ve Türkiye'nin 6. en büyük bağ alanını kapsamaktadır (Akdemir and Çandar, 2022). Bu çalışmada, Erzincan ile özdeşleşmiş, karakteristik ve endemik bir çeşit olan Coğrafi İşaret (Cİ) tescilli Erzincan Cimin Üzümü'nün kalite özellikleri ve biyoktivitesi üzerine yapılmış araştırmaları derleyerek, bu üzümün tanıtımını yapmak ve karakteristik özelliklerine dikkat çekmek hedeflenmiştir.

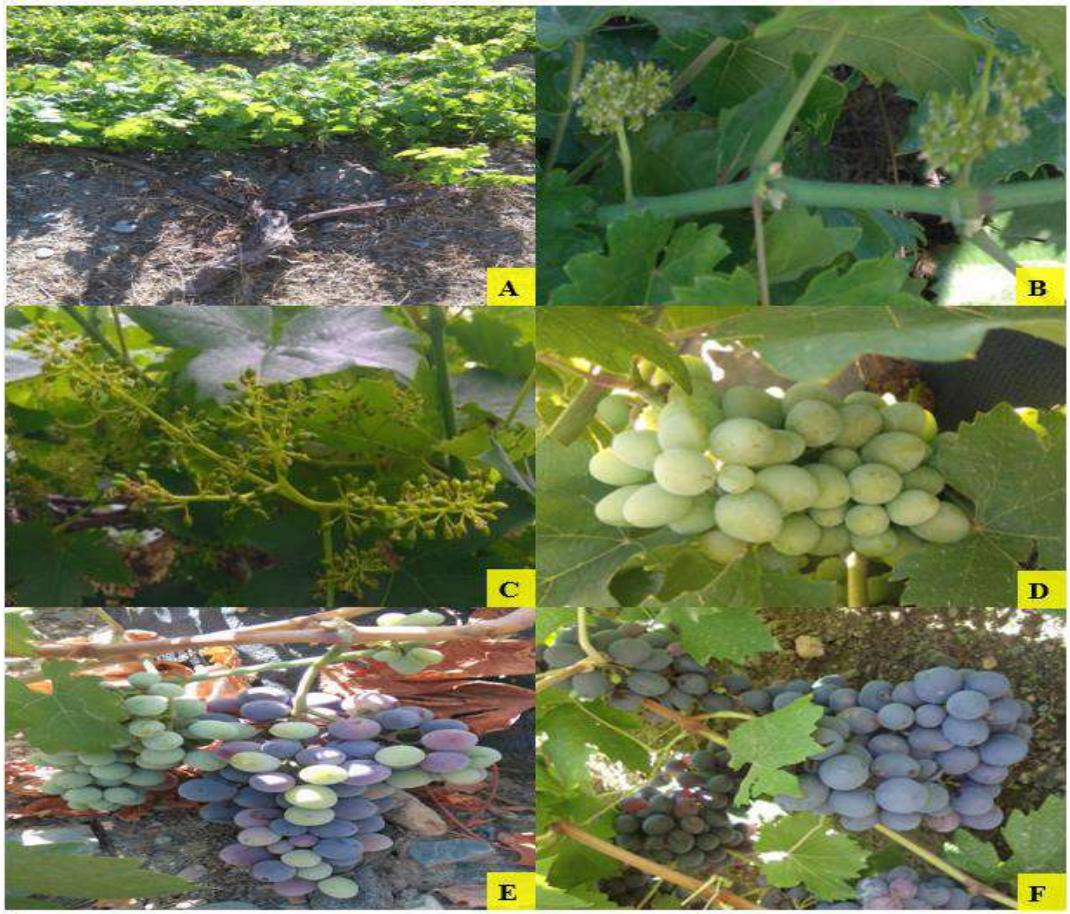
2. CİMİN ÜZÜMÜ VE ÜRETİMİNDEKİ MEVCUT DURUM

Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Erzincan Ovası, bitki çeşitliliği bakımından Türkiye'nin en zengin bölgelerinden olup köklü bir bağcılık kültürüne sahiptir (Küpe *et al*., 2021). Karaerik

üzümü olarak da bilinen Cimin Üzümü, Türkiye'ye özgü yüksek kaliteli sofralık çekirdekli bir üzüm çeşididir. Bu üzüm, Erzincan'ın Üzümlü ilçesi başta olmak üzere Avcılar, Bayırbağ, Çadırtepe, Geyikli, Karakaya ve Pişkidağ köylerinde uzun yıllardır yetiştirilmektedir (TÜRKPATENT, 2001; Arslaner ve Salık, 2018; Salık, 2025). Cimin Üzümü ilde yer alan bağlardaki üzüm çeşitlerinin %90-95'ini oluşturmaktadır (Arslaner ve Salık, 2018). Cimin Üzümü, 13.06.2001 tarihinde TÜRKPATENT tarafından tescillenerek (Menşe adı) Türkiye'nin ilk patentli üzümü olmuştur. Bu üzüm, siyah renkli, puslu yüzeyli, elips-oval şekilli, tane ağırlığı 3-4 g, çekirdek sayısı 1-4, kabuk kalınlığı orta, tatlı-ekşi lezzetli, dolgun salkımlı ve iri taneli bir sofralık çekirdekli üzüm çeşididir (TÜRKPATENT 2001; Küpe *et al*., 2021; Salık, 2025). Bu üzüm çeşidi Ağustos ayı sonu ile Eylül ayı başında olgunlaşmaya başlamakta, üzüm bağlarının konumladığı rakıma bağlı olarak hasadı Ekim ayının sonuna devam etmektedir. Cimin Üzümünün yetiştiriciliği, genellikle bölgede "baran" terbiye sistemi (Şekil 1) ile yapılmakta olup (Salık, 2025), bu üzümün çiçeklenme döneminden hasadına kadarki gelişim süreçlerine ait görseller Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 1. Baran terbiye sisteminde bir üzüm bağının budama sonrası görünümü (Bayırbağ, Erzincan, Fotoğraf: M. Ali Salık)

Erzincan bağcılığı denince ilk olarak akla gelen ve ismini de üretiminin en çok yapıldığı ilçeden (eski adı: Cimin, yeni adı: Üzümlü) alan Cimin Üzümü, sofralık tüketim dışında kurutularak da tüketilebilmektedir. Ayrıca bu üzüm, yörede geleneksel olarak üretilen Cİ tescilli (Mahreç) "Erzincan Üzümlü Sarucu"nun (kuru üzüm ve ceviz içinin birleştirilmesiyle elde edilen atıştırmalık bir ürün/çerez) en önemli hammaddesidir (Arslaner ve Salık, 2018; TÜRKPATENT, 2022; Salık, 2024). Cimin Üzümünün son beş yıldaki toplam üretim alanı (dekar) ve üretim miktarları (ton) Tablo 1'de verilmiştir (TÜİK, 2025). Bu verilere göre (2020-2024 dönemi için); Erzincan genelinde 9279-9495 dekar alanda, 421-663 kg/dekar verimle 3965-6272 ton üzüm üretimi yapılmıştır. İlçe bazında ise Üzümlü ilçesi (2561-4275 ton) üzüm üretiminde birinci sırada olup, toplam üretimin %60-65'ini karşılamaktadır. Bu sıralamayı Merkez (924-1551 ton), Kemaliye (175-310 ton), İliç (137-179 ton) ve Kemah (102-162 ton) izlemektedir. Bu üzüm, her yıl binlerce tonluk üretimiyle hem Erzincan ekonomisine hem de Türkiye'nin tarım sektörüne büyük katkı sağlamaktadır. Cimin Üzümünün, bu yıl yaklaşık 10 bin dekar alanda 6 bin tonun üzerinde üretim yapılması bekleniyor. Tarlada kilosu 110 liradan, marketlerde ise 150-200 lira arasında satılan üzüm, hem iç piyasada hem de yurt dışından yoğun talep görmektedir (Anonim, 2025).



Şekil 2. Erzincan Cimin Üzümünün gelişim evreleri (**a:** Baran sistemi ile oluşturulmuş üzüm bağı, **b:** Çiçeklenme dönemi, **c:** Meyve tutum dönemi, **d:** Meyvenin irileşme dönemi/ham meyve, **e:** Olgunlaşmaya başlangıç dönemi, **f:** Hasat döneminde olgunlaşmış üzüm; Fotoğraflar: M. Ali Salık)

Tablo 1. Erzincan ili ve ilçelerinde yıllara göre üzüm üretim miktarları

Bölge	**Yıllara göre üretim miktarı (ton)**									
	2020		**2021**		**2022**		**2023**		**2024**	
	Dekar	Ton	Dekar	Ton	Dekar	Ton	Dekar	Ton	Dekar	Ton
Üzümlü	5700	4275	5700	3578	5700	4190	5691	2561	5604	3435
Kemah	366	109	380	102	378	115	368	129	361	162
Kemaliye	700	189	710	175	710	191	699	210	689	310
İliç	362	148	365	137	365	179	358	141	350	170
Merkez	2325	1551	2340	1410	2325	1527	2310	924	2275	1411
Toplam*	9453	6272	9495	5402	9478	6202	9426	3965	9279	5488
Verim **	663		569		654		421		591	

*İlin bütün ilçeleri ile merkezin toplamına ait verilerdir. **: kg/dekar (TÜİK, 2024).

3. CİMİN ÜZÜMÜNÜN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BİYOAKTİVİTESİ

Üzümlerin kalite özellikleri, yetiştirme koşullarından (iklim, sıcaklık, rakım, toprak vb.), özellikle de çeşitten büyük ölçüde etkilenmektedir (Küpe *et al*., 2021; Salık, 2025). Cimin Üzümünün bazı pomolojik özelliklerine ait literatürden elde edilen araştırma sonuçları Tablo 2'de özetlenmiştir. Buna göre; Cimin Üzümünde salkım ağırlığı 339-597 g, salkımda tane sayısı 75-96 adet, tane ağırlığı 4,10-7,18 g, tane eni 14,96-21,56 mm, tane boyu 20,65-25,63 mm, tane

en/boy oranı 0,83-0,87, tanede çekirdek sayısı 1-4 adet, çekirdek ağırlığı 0,06 g, çekirdek oranı %2,50 ve olgunluk indeksi %19,15-31,30 aralığında değişmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Cimin Üzümünün bazı pomolojik özellikleri

Özellikler	Köse (2002)	Karadoğan ve Keskin (2017)	Kalkan and Keskin (2018)	Küpe *et al.* (2021)	Salık (2025)
Salkım ağırlığı (g)	346-587	339-468	388-468	498-568	597
Tane sayısı (adet)	-	89-96	-	-	75
Tane ağırlığı (g)	4,59-6,90	4,10-4,90	5,15-6,13	4,33-4,60	7,18
Tane eni (mm)	-	18,0-19,0	-	14,96-17,57	21,56
Tane boyu (mm)	-	21,0-23,0	-	20,65-23,08	25,63
Tane En/Boy	-	0,83-0,87	-	-	0,84
Çekirdek sayısı (adet)	1-4	2-3	-	-	3
Çekirdek ağırlığı (g)	-	-	-	-	0,06
Çekirdek oranı (%)	-	-	-	-	2,50
Olgunluk indeksi (%)	-	26,90-31,30	19,15-23,27	20,53-23,46	23,83

Cimin Üzümünün bazı fizikokimyasal özelliklerine ait literatürden elde edilen araştırma sonuçları Tablo 3'te özetlenmiştir. Buna göre, Cimin Üzümünde pH 3,01-3,66, titrasyon asitliği miktarı %0,42-1,09, kurumadde miktarı %18,77-30,13, suda çözünen kurumadde (briks) miktarı 14,70-18,57, kül miktarı %0,71-0,90, protein miktarı %0,90-1,68, toplam şeker miktarı %14,13, indirgen şeker miktarı %13,60-14,07, sakkaroz miktarı %0,04-0,08, renk değerlerinden *L** değeri 2,75-35,98, *a** (+) değeri 3,10-7,50, *b** değeri -7,55-12,33, *H°* değeri 310,25-362,53 ve *C** değeri 4,56-9,84 aralığında değişmiştir. Sıcaklık, ışık, nem ve toprak gibi çevresel faktörlerin yanı sıra budama, sulama ve salkım seyreltme gibi bağcılık uygulamalarının üzümlerin kimyasal kompozisyonunu etkilediği bilinmektedir (Köse, 2002; Kalkan and Keskin, 2018). Bununla birlikte yapılan bir araştırmada, Cimin Üzümünde biyoaktivitenin ve fitokimyasal profilin olgunlaşma süresi ve rakıma göre değiştiği rapor edilmiştir (Özel, 2022).

Tablo 3. Cimin Üzümünün fizikokimyasal özellikleri

Özellikler	Köse (2002)	Karadoğan ve Keskin (2017)	Kalkan and Keskin (2018)	Kurt *et al.* (2018)	Özel (2022)**	Salık (2025)
pH	-	3,10-3,33	3,01-3,36	3,33-3,66	3,49-3,58	3,56
Asitlik (%)	0,83-1,09	0,73-0,82[b]	0,79-0,89	0,53-0,63[a]	0,56-0,69	0,42[b]
KM (%)	-	-	-	19,34-20,50	27,52-30,13	18,77
Briks (%)	14,70-15,00	16,65-17,85	16,85-18,10	18,33-18,57	-	-
Kül (%)	-	-	-	-	0,73-0,90	0,71
Protein (%)	-	-	-	-	1,60-1,68	0,90
TŞ (%)	-	-	-	-	-	14,13
İŞ (%)	13,60-13,76	-	-	-	-	14,07
Sakkaroz (%)	-	-		0,04-0,08	-	0,06
*L**	-	-	20,55-2,75	-	34,26-35,98	25,51
*a**	-	-	3,10-5,84	-	6,69-7,50	6,46
*b**	-	-	0,01-0,35	-	9,94-12,33	-7,55
H°			331,19-362,53	-	-	310,25
*C**			4,56-5,83	-	-	9,84

KM: Kurumadde, **TŞ:** Toplam şeker, **İŞ:** İnvert şeker, **:** Olgunlaşma durumuna (hasat olgunluğu ve aşırı olgunluk) göre üzümlerin genel ortalamalardır. [a]**:** sitrik asit cincinden, [b]**:** tartarik asit cinsinden.

Üzümlerin mineral kompozisyonu ve organik asit içerikleri, çeşit, toprak, iklim koşulları, gübreleme ve olgunluk gibi birçok faktörden etkilenir (Kalkan and Keskin, 2018). Cimin Üzümünün mineral bileşimi ve organik asit içeriğine ait literatürden elde edilen araştırma sonuçları Tablo 4'te özetlenmiştir. Buna göre; Cimin Üzümü minerallerden fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), mangan (Mn), çinko (Zn) ve bakır (Cu); organik asitlerden tartarik asit ve malik asit bakımından değerlidir.

Tablo 4. Cimin Üzümünün mineral bileşimi ve organik asit içeriği

Mineraller	**Kaynaklar**
P: 355,91-359,92 µg/100 g, **K:** 25,93-28,59 µg/100 g, **Ca:** 3254,20- 3279,74 µg/100 g, **Mg:** 3604,25-3990,39 µg/100 g, **Fe:** 197,32-200,37 µg/100 g, **Mn:** 76,86-82,23 µg/100 g, **Zn:** 41,19-41,94 µg/100 g, **Cu:** 70,72-76,50 µg/100 g.	Kalkan and Keskin (2018)
P: 0,65-1,10 mg/kg, **K:** 11,12-11,67 mg/kg, **Ca:** 63,80-67,04 mg/kg, **Mg:** 1,23-1,28 mg/kg, **Fe:** 1,70-1,74 mg/kg, **Mn:** 0,76-0,79 mg/kg, **Zn:** 0,63-0,67 mg/kg, **Cu:** 0,01-0,03 mg/kg.	Karadoğan ve Keskin (2017)
P: 14864,78-16013,53 mg/kg, **K:** 9141,02-10153,08 mg/kg, **Ca:** 646,27- 718,82 mg/kg, **Mg:** 837,66-847,43 mg/kg, **Fe:** 23,80-30,37 mg/kg, **Zn:** 35,96-37,07 mg/kg, **Cu:** 19,21-19,94 mg/kg.	Özel (2022)**
Organik asitler	**Kaynaklar**
Tartarik asit: 4,76-8,18 g/L, **Malik asit:** 1,60-2,56 g/L, **Sitrik asit:** 0,41-1,12 g/L, **Süksinik asit:** 0,04-0,07 g/L, **Fumarik asit:** 0,30-0,66 g/L.	Karadoğan ve Keskin (2017)
Tartarik asit: %0,28-0,30, **Malik asit:** %0,24-0,25.	Kalkan and Keskin (2018)
Tartarik asit: 3,67-8,72 g/kg, **Malik asit:** 2,05-3,12 g/kg, **Sitrik asit:** 0,32-0,51 g/kg.	Kurt *et al.* (2018)

Üzüm ve üzümden elde edilen ürünlerdeki başlıca polifenoller, flavonoidler (antosiyaninler, flavanonlar, flavan-3-oller, flavonoller ve kalkonlar) veya flavonoid olmayanlar (fenolik asitler, stilbenler ve tanenler) olarak sınıflandırılır. Bu bileşikler, antioksidan, antikanserojen, kardiyoprotektif, antienflamatuar ve nöroprotektif gibi birçok sağlığı geliştirici özellik gösterir (El-Elimat *et al.*, 2018; Abouelenein *et al.*, 2023; Salık, 2025). Cimin Üzümünün biyoaktif özellikleri üzerine literatürden elde edilen araştırma sonuçları Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5. Cimin Üzümünün biyoaktif özellikleri

Biyoaktif özellikler	**Kaynaklar**
TPC: 1,07-1,76 mg GAE/g, **Vitamin C:** 15,17-19,78 g/100 g, **FRAP:** 133,78-155,91 µmol TE/mg.	Kalkan and Keskin (2018)
TPC: 2,78-149,00 mg GAE/100 g taze ağırlık, **DPPH:** 276-1340 µmol TE/g taze ağırlık, **FRAP:** 77-4610 µmol TE/g taze ağırlık, **ABTS:** 50-414 µmol TE/g taze ağırlık. **17 adet fenolik bileşik:** Siringik asit (51,1-73,6 mg/100 g), kafeik asit (22,0-35,7 mg/100 g) ve gallik asit (10,4-19,1 mg/100 g) ana bileşiklerdir.	Küpe *et al.* (2021)
TAC: 24,30-29,47 mg Cyn-3-glu/100g, **Toplam antioksidan aktivite:** %65,23-69,53, **DPPH:** %81,12-82,05, **FRAP:** 517,80-558,53 µM $FeSO_4$/g, **Metal şelasyonu:** %71,10-75,63, **Gallik asit:** 6,58-7,54 mg/kg, **Kateşin:** 75,38-82,08 mg/kg.	Özel (2022) **
TPC: 1,45-2,54 mg GAE/g, **TFC:** 2,46-4,86 mg QE/g, **TAC:** 48,78-61,16 mg Cyn-3-glu/100g, **DPPH:** 1,09-1,47 mg TE/g, **CUPRAC:** 4,77-8,08 mg TE/g, **FRAP:** 1,32-2,71 mg TE/g.	Salık (2025)

TPC: Toplam fenolik madde, **TFC:** Toplam flavonoid madde, **TAC:** Toplam antosiyanin miktarı, **GAE:** Galik asit eşdeğeri, **QE:** Quercetin eşdeğeri, **TE:** Troloks eşdeğeri, **Cyn-3-glu:** Siyanidin-3-glukozit eşdeğeri. **: Olgunlaşma durumuna (hasat olgunluğu ve aşırı olgunluk) göre üzümlerin genel ortalamalardır.

Tablodan, sofralık taze Cimin Üzümünün TPC, TFC ve TAC içerikleri ile antioksidan aktivitesinin (DPPH, FRAP, ABTS, CUPRAC vb.) yüksek olduğu; ayrıca fenolik bileşikler (siringik asit, kafeik asit, gallik asit, kateşin vb.) ve C vitamini bakımından zengin bir kaynak olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 5). Bununla birlikte, bilimsel çalışmalar Cimin Üzümünün farklı

dokularında (çekirdek, meyve, kabuk vb.) veya kurutulmuş formunda biyoaktif bileşiklerin bulunduğunu ortaya koymuş ve bu çalışmalar çekirdeğin özellikle yüksek biyoaktiviteye sahip olduğunu göstermiştir (Özel, 2022; Salık, 2025).

4. CİMİN ÜZÜMÜNÜN SAĞLIK FAYDALARI

Halk hekimliğinde Cimin Üzümünün kullanımına dair spesifik etnomedikinal çalışmalar sınırlıdır. Ancak bazı geleneksel uygulamalar ve yerel bilgiler bilimsel çalışmalarda referans verilmiştir. Literatürde, Cimin Üzümünün bağışıklık sistemini destekleyebildiği; kansızlık, karaciğer ve böbrek fonksiyonları üzerinde olumlu etkiler gösterebildiği bildirilmektedir. Ayrıca yağ metabolizmasının düzenlenmesine, kanın arındırılmasına ve zararlı maddelerin uzaklaştırılmasına katkı sağlayabildiği; lipit birikimini azaltıcı ve beyin için enerji sağlayıcı özellikler gösterebildiği yönünde bilgiler bulunmaktadır (Akpınar ve Çelikoğlu, 2015). Bununla birlikte, yapılan bilimsel bir araştırmada Cimin Üzümünün farklı dokularından elde edilen ekstraktların (özellikle tohum ekstraktı) *in vitro* antioksidan aktivite bakımından güçlü olduğu; tohum ekstraktı ile muamele edilen eritrositlerde ve insan plazmasında, lipit peroksidasyon ürünlerinin (TBARS ve konjuge dien) azaldığı ve glutatyon rejenerasyonunun desteklendiği tespit edilmiştir (Uydu *et al*., 2014).

5. SONUÇ

Erzincan Ovası'nın köklü bağcılık geleneğini yansıtan Cimin Üzümü, bölgenin hem tarımsal üretiminde hem de ekonomik yapısında önemli bir yere sahiptir. Bu üzüm, kendine özgü aroması, zengin besin içeriği ve yüksek biyoaktivitesi sayesinde sadece sofralık olarak değil, aynı zamanda bölge insanı tarafından çeşitli yöresel ürünlerin üretiminde de kullanılan endemik bir çeşittir. Menşe adıyla tescillenmiş olması, bu özel üzümün tanınırlığını artırarak ulusal ve uluslararası pazarda rekabet gücünü yükseltmektedir. Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, Cimin Üzümünün zengin besin bileşimini ve yüksek antioksidan kapasitesini ortaya koymuş, böylece bu üzümün beslenme ve sağlık açısından değerli bir meyve olduğu anlaşılmıştır. Cimin Üzümünün kalite özellikleri ile biyoaktivitesinin aydınlatılması, üzümün katma değerinin yükselmesine ve bölge üreticilerinin yeni ekonomik fırsatlar oluşturmasına katkılar sağlayacaktır. Bu bağlamda, Cimin Üzümünün daha geniş kapsamda araştırılması ve tanıtım faaliyetlerinin artırılması, hem yerel üretimin sürdürülebilirliği hem de bölgenin tarımsal potansiyelinin daha etkin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Abouelenein, D., Mustafa, A.M., Caprioli, G., Ricciutelli, M., Sagratini, G., Vittori, S. (2023). Phenolic and nutritional profiles, and antioxidant activity of grape pomaces and seeds from Lacrima di Morro d'Alba and Verdicchio varieties. Food Bioscience, 53, 102808.

Akdemir, U., Candar, S. (2022). Regional economics of viticulture in Turkiye in the period 1970. Research-Review, 2(2), 55-71.

Akpınar, E., Çelikoğlu, Ş. (2016). Karaerik (Cimin) Üzümünün Erzincan Ekonomisine ve Tanıtımına Katkıları. Uluslararası Erzincan Sempozyumu (28 Eylül-1 Ekim 2016), Cilt 3, 15-23.

Anonim (2025). https://www.siirthaberci.com/haber/dalindan_sifaya_erzincanda_cimin_uzumu_hasadi_ciftcinin_yuzunu_guldurdu-118212.html (Erişim Tarihi: 24.09.2025)

Arslaner A., Salık M.A. (2018). Potansiyel bir coğrafi işaret: Saruç. Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(1), 74-84.

El-Elimat, T, Jarwan, B.A., Zayed, A., Alhusban, A., Syouf, M. (2018). Biochemical evaluation of selected grape varieties (*Vitis vinifera* L.) grown in Jordan and *in vitro* evaluation of grape seed extract on human prostate cancer cells. Food Bioscience, 24, 103-110.

FAOSTAT, (2025). https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL (Erişim Tarihi: 24.09.2025)

Gomes, T.M., Toaldo, I.M., Haas, I.C.S., Burin, V.M., Caliari, V., Luna, A.S., Gois, J.S., Bordignon-Luiz, M.T. (2019). Differential contribution of grape peel, pulp, and seed to bioaccessibility of micronutrients and major polyphenolic compounds of red and white grapes through simulated human digestion. Journal of Functional Foods, 52, 699-708.

Hermosin-Gutierrez, I., Gomez-Alonso, S., Pérez-Navarro, J., Kurt, A., Colak, N., Akpınar, E., Hayirlioglu-Ayaz, S., Ayaz, F.A. (2020). *Vitis vinifera* Turkish grape cultivar Karaerik. Part I: anthocyanin composition, and identification of a newly found anthocyanin. Journal of the Science of Food and Agriculture, 100, 1301-1310.

Kalkan, N.N., Keskin, N. (2018). The effects of trunk height and training systems on the some physicochemical properties of 'Karaerik' berries. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 28, 257-267.

Karadoğan, B., Keskin, N. (2017). Karaerik (*Vitis vinifera* L. cv. "Karaerik") klonlarının kalite ve fitokimyasal özellikleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4(2), 205-212.

Köse, C. (2002). Karaerik Üzüm Çeşidinin Klon Seleksiyonu Yoluyla Islahı Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 213 s.

Kurt, A., Colak, N., Bengü, A.S., Gündoğdu, A., Akpınar, E., Hayırlıoğlu Ayaz, S., Ayaz, F.A. (2018). A nutritional evaluation of the berry of a new grape: 'Karaerik' (*Vitis vinifera* L.). International Journal of Food Studies, 7, 98-116.

Küpe, M., Karataş, N., Ünal, M.S., Ercişli, S., Baron, M., Sochor, J. (2021). Phenolic composition and antioxidant activity of peel, pulp and seed extracts of different clones of the Turkish grape cultivar 'Karaerik'. Plants, 10, 2154.

Özel, N. (2022). Karaerik Üzümünün (*Vitis vinifera* L.) Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri ile Bazı Fonksiyonel Bileşiklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 150 s.

Salık, M.A. (2024). Traditional Fruit Snacks of Erzincan: 'Seftali (Peach) Sarucu' and 'Uzum (Grape) Sarucu. 3rd International Congress on Food Researches, Sivas, 16-18 October, pp 256-262.

Salık, M.A. (2025). Effects of drying and extraction methods on the physicochemical characteristics, mineral composition, anthocyanin content, and antioxidant capacity of 'Karaerik' grape (*Vitis vinifera* ssp., Cimin). Applied Fruit Science, 67, 23, 1-14.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2025). Bitkisel ve Hayvansal Üretim İstatistikleri, https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr (Erişim Tarihi: 07.11.2025)

TÜRKPATENT (2001). Cimin Üzümü'nün Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:37) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

TÜRKPATENT (2022). Erzincan Üzümlü Sarucu'nun Cİ Tescil Belgesi (Tescil No:1208) https://www.ci.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 30.10.2025)

Uydu, H.A., Ekinci, A.P., Atak M., Demir A. (2014). Protective roles of Cimin grape tissues on oxidative stress marker in the cellular system model. Turkish Journal of Medical Sciences, 44, 42-49.

YAPAY ZEKA İLE HAZIRLANAN VİDEOLARIN ÇOCUKLARIN SÜNNET SÜRECİNE ETKİSİ
THE IMPACT OF AL-GENERATED VIDEOS ON CHILDREN'S CIRCUMCISION PROCESS

Mehmet BULDUK
Doç. Dr, Van Yüzüncüyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID NO: 0000-0001-9D341-3346, Türkiye, Van
Veysel CAN
Doç. Dr, Van Yüzüncüyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID NO: 0000-0001-5982-183X, Türkiye, Van
Murat BOZKURT
Yüksek Lisans Öğrencisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-2362-8629, Türkiye, Van

ÖZET

Sünnet hem dini hem de kültürel nedenlerle tarihteki en eski cerrahi uygulamalardan biridir ve bugün tıbbi ve halk sağlığı için de önemlidir. Dünya çapında erkeklerin yaklaşık üçte ikisinin sünnet olduğu bildirilmektedir. Tıbbi açıdan bakıldığında sünnet; idrar yolu enfeksiyonlarının azaltılması, hijyenin kolaylaştırılması ve cinsel yolla bulaşan hastalıkların önlenmesi gibi faydalar sağlamasına rağmen, prosedür aynı zamanda çocuk için endişe, korku ve stres gibi psikolojik etkilere de neden olabilir.

Son yıllarda sağlık alanında yapay zekâ (AI) teknolojilerinin kullanımı hızla artmış ve özellikle hasta eğitim süreçlerinde kişiselleştirilmiş bilgi materyalleri oluşturmak mümkün hale gelmiştir. Yapay zekâ ile üretilen eğitici videolar, çocuklara ve ebeveynlere cerrahi prosedürler hakkında anlaşılır ve görsel olarak desteklenen bilgiler sağlar ve prosedür öncesi kaygıyı azaltma potansiyeline sahiptir. Bu çalışmanın amacı, yapay zekâ ile hazırlanan videoların çocukların sünnet sürecine etkisini güncel literatür ışığında değerlendirmektir.
Anahtar kelimeler: Sünnet, yapay zekâ, hasta eğitimi, çocuk sağlığı, video destekli eğitim

ABSTRACT

Circumcision is one of the oldest surgical procedures in history, performed for both religious and cultural reasons, and it continues to hold medical and public health significance today. It is reported that approximately two-thirds of men worldwide are circumcised. Medically, circumcision offers several benefits, including reducing urinary tract infections, facilitating hygiene, and helping prevent sexually transmitted infections. However, the procedure may also cause psychological effects in children, such as anxiety, fear, and stress.

In recent years, the use of artificial intelligence (AI) technologies in healthcare has grown rapidly, making it possible to develop personalized educational materials, particularly in patient education processes. AI-generated educational videos provide children and parents with clear, visually supported information about surgical procedures and have the potential to reduce preoperative anxiety. The aim of this study is to evaluate the impact of AI-generated videos on children's circumcision experience in light of current literature.
Keywords: Circumcision, artificial intelligence, patient education, child health, video-assisted education

GİRİŞ

Sünnet, dini, kültürel ve tıbbi nedenlerle insanlık tarihindeki en eski cerrahi prosedürlerden biridir. Bugün sünnet, hem toplumların geleneksel değerlerini yansıtan kültürel bir uygulama hem de sağlık alanındaki özel tıbbi faydaları için önerilen bir girişim olarak kabul edilmektedir (Kanada Pediatri Derneği, 2015). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Amerikan Pediatri Akademisi (AAP), uygun cerrahi koşullar sağlandığında sünnetin erkeklerde sağlığa faydalı olabileceğini bildirmektedir (Al-Qudah ve ark., 2022).

Tıbbi faydalarına ek olarak, sünnet çocuk için çok boyutlu bir deneyimdir. Cerrahi süreç çocuklarda ağrı, korku, kaygı ve kontrol kaybı gibi psikolojik reaksiyonlara yol açabilir (Feldman ve ark., 2024). Bu tepkiler sadece işlem sırasında değil, öncesi ve sonrasında da davranışsal ve duygusal seviyeyi etkilemeye devam edebilir. Araştırmalar, cerrahi işlemlerden önce yeterli bilgi ve psikolojik hazırlık almayan çocuklarda anksiyete seviyesinin arttığını, ağrı algısının arttığını ve işlemden sonra adaptasyonun zorlaştığını göstermektedir (Ramedani ve ark., 2025).

Çocuğu sünnet sürecine hazırlamak sadece tıbbi bilgi değil, aynı zamanda duygusal destek, aile eğitimi ve uygun iletişim yöntemlerinin kullanımını da gerektirir. Hemşirelik bakımının temel ilkelerinden biri olan "hasta eğitimi", bireylerin sağlık davranışlarını olumlu yönde değiştirmeyi ve sağlık sürecine aktif katılımlarını sağlamayı amaçlamaktadır. Bununla birlikte, araştırmalar geleneksel bilgi yöntemlerinin (broşür, sözlü ifade vb.) çocuklarda yeterli anlayış sağlamadığını ve kaygıyı azaltmanın etkisinin sınırlı olduğunu ortaya koymuştur (Li ve ark., 2023).

Son yıllarda, dijital teknolojilerin sağlık hizmetlerine entegrasyonu, hasta eğitiminde önemli bir dönüşüm yarattı. Yapay zekâ (AI) teknolojileri, bireylerin yaşına, kültürüne, eğitim seviyesine ve öğrenme tarzlarına uyarlanabilen içerikler üreterek kişiselleştirilmiş bir eğitim yaklaşımı sağlar (Lee & Kim, 2024). Özellikle, üretken yapay zekâ (örn. ChatGPT, Gemini, Sora, vb.) sistemleri, metinden videoya veya görsel ifadeye dönüştürülen materyaller oluşturarak sağlık profesyonelleri için güçlü bir araç sağlar (Kuehn, 2023).

Yapay zekâ ile oluşturulan videolar, sağlık eğitiminde bilişsel öğrenmeyi desteklemenin yanı sıra duygusal öğrenmeye de katkıda bulunur. Görsel-işitsel unsurlar çocukların konsantre olmalarını kolaylaştırır, merak duygusunu uyandırır ve belirsizlikten kaynaklanan korkuları azaltır (Feldman ve ark., 2024). Ebeveynler için de bilgilendirici bir araç olan bu videolar, postoperatif bakım sürecinde yapılan hataları azaltır ve ailelerin sürece aktif katılımını destekler (Ramedani ve ark., 2025).

Sağlık profesyonellerinin bakış açısından, yapay zekâ tabanlı eğitim materyalleri hasta eğitiminin standardizasyonunu sağlar. Bu, hemşirelik bakımının kalitesini artırır ve sağlık çalışanlarının zaman yönetimini kolaylaştırır (Li ve ark., 2023).

Sünnet ve Çocuk Sağlığı Açısından Önemi

Sünnet hem kültürel hem de tıbbi açıdan değerlendirildiğinde çocuk sağlığı için önemli bir cerrahi müdahaledir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (2021) verilerine göre, dünya çapında erkeklerin yaklaşık %60'ı sünnettir. Bu oranın yüksek olması, uygulamanın yalnızca dini veya geleneksel değil, aynı zamanda tıbbi bir gerekçeye de dayandığını göstermektedir. Güncel literatür, uygun cerrahi koşullar altında yapılan sünnetin enfeksiyonların önlenmesi, hijyenin sağlanması ve belirli hastalık riskinin azaltılması açısından önemli faydalar sağladığını ortaya koymaktadır (Al-Qudah ve ark., 2022).

Tıbbi açıdan bakıldığında, yenidoğanda veya erken çocuklukta yapılan sünnet, idrar yolu enfeksiyonu ve bakteriyel balanit gibi durumların sıklığını önemli ölçüde azaltır (Kanada Pediatri Birliği, 2015). Sünnetli erkeklerin HIV ve HPV bulaşma riskinin daha düşük olduğu da belirlenmiştir (Dünya Sağlık Örgütü, 2021). Bununla birlikte, steril koşullar altında ve

prosedür uzmanlar tarafından yapılmadığında kanama, enfeksiyon, gecikmiş yara iyileşmesi ve meatal stenoz gibi komplikasyonlar ortaya çıkabilir (Al-Qudah ve ark., 2022).

Sünnetin sadece fizyolojik değil, psikolojik yönleri de çocuk sağlığı için önemlidir. Özellikle okul öncesi ve ilkokul çağındaki çocuklarda cerrahi prosedürler, ağrı beklentisi, bilinmezlik duygusu ve kontrol kaybı nedeniyle yoğun korku ve endişe yaratabilir. Prosedürden önce yeterli bilgi olmadığında ve çocuk için uygun iletişim dili kullanılmadığında bu endişe daha da artar (Feldman ve ark., 2024).

Sünnet öncesi ve sonrası eğitim hemşirelik bakımında önemli bir yere sahiptir. Çocuğun psikolojik hazırlığı, yara bakımı, ağrı yönetimi ve enfeksiyon semptomlarının tanınması konusunda aile eğitimi komplikasyon riskini azaltır ve iyileşme sürecini hızlandırır (Ramedani ve ark., 2025). Özellikle, görsel-işitsel materyallerin kullanımı, çocuğun bilişsel seviyesine uygun bilgiye izin vererek kaygı seviyesini azaltır (Li ve ark., 2023).

Sonuç olarak sünnet, çocuk sağlığı açısından yalnızca tıbbi bir müdahale değil, aynı zamanda psikolojik ve eğitsel boyutları olan çok yönlü bir süreçtir. Bu nedenle sağlık profesyonellerinin bu süreci yalnızca cerrahi teknik açıdan değil, aynı zamanda çocuk merkezli bir yaklaşımla yönetmeleri gerekmektedir.

Sağlık Alanında Görsel-İşitsel Araçlar

Sünnet, çocuklukta uygulanan en yaygın cerrahi prosedürlerden biridir; kültürel, dini ve tıbbi yönleriyle çok boyutlu bir öneme sahiptir. Ancak bu süreç özellikle çocuklar için psikolojik strese, korkuya ve acıya neden olabilir. Ebeveynlerin çocuklarının yaşadığı süreçle ilgili endişeleri, kaygı seviyelerini artırarak çocuğun cerrahi deneyimini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, süreç öncesi dönemde çocukların ve ailelerinin doğru bilgileri ve psikolojik hazırlığı modern pediatrik hemşirelik uygulamalarının önemli bir parçası haline gelmiştir (Tuncay ve ark., 2023; Düzkaya ve ark., 2021).

Eğitim ve sağlık alanlarında görsel-işitsel araçların yaygınlaşmasıyla birlikte video, animasyon ve sanal gerçeklik (VR) uygulamaları çocukları ameliyata hazırlamada etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler, çocukların yaşa uygun görüntüleri aracılığıyla karmaşık tıbbi süreçleri somutlaştırır ve tanımlar, böylece korku ve kaygı seviyelerini azaltır (Summer, 2022; Tang ve ark., 2023).

Araştırmalar, VR ve animasyon tabanlı uygulamaların çocukların ağrı ve anksiyete seviyelerini azaltmada etkili olduğunu birçok kez göstermiştir. Örneğin, Yesilot ve ark. (2021) tarafından yürütülen randomize kontrollü bir çalışmada, annelere sünnet sırasında VR gözlüklü videolar izletildi ve VR grubundaki annelerin anksiyete seviyelerinde önemli bir azalma tespit edildi. Bu bulgu, ebeveynin duygusal durumunun çocuğun işlem deneyimi üzerindeki dolaylı etkisini göstermektedir (Yesilot ve arkadaşları (2021)

Benzer şekilde, Hassannia ve ark. (2021) sünnet sırasında VR animasyonu izleyen 90 çocuğun randomize kontrollü bir çalışmasıyla çocukların ağrı ve anksiyete seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma buldu. Bu sonuç, VR teknolojisinin dikkat dağıtıcı etkisi sayesinde çocukların daha rahat bir cerrahi deneyim yaşamalarını sağladığını göstermektedir (Hassannia ve ark. (2021).

Yeniay ve Altınbaş (2024), YouTube platformundaki 100 videodaki içeriği analiz ederek sünnet ve anestezi süreçleri hakkında bilgilendirici içeriğin kalitesini inceledi. Sonuçlar, videoların %70'inin düşük kalitede olduğunu, ancak animasyonlu içeriğin bilgilendirici etkisinin daha yüksek olduğunu ortaya koydu. Benzer şekilde Coskun ve Demir'in (2024) analizinde, yüksek kaliteli animasyonlu videoların ebeveynlerin bilgi güvenini artırdığı tespit edildi.

Görsel müdahalelerin etkinliğini artırmak için sanal gerçekliğin müzikle birleştirildiği çalışmalar da vardır. Çevik Özdemir ve ark. (2025), 5 ila 10 yaş arası çocuklarla randomize kontrollü bir çalışmada, VR video ve müzik kombinasyonunun korku, kaygı ve ağrı seviyelerini önemli ölçüde azalttığını bildirdi. Benzer şekilde, Tang ve ark. (2023) tarafından yapılan

çalışmada, kişisel çizgi film tarzı videoların perioperatif anksiyete ve davranışsal rahatsızlık puanlarını azalttığı belirlendi.

Yaz (2022), ameliyat öncesi dönemde gösterilen eğitici animasyon filmlerinin çocukların korku ve ağrı seviyelerini azaltmada etkili olduğunu ortaya koydu. Düzkaya ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, çizgi film ve bilgilendirici video izleyen çocukların ağrı ve korku puanlarının önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

Bu literatür bulguları, video, animasyon ve sanal gerçeklik tabanlı görsel materyallerin çocukların cerrahi süreçlerdeki psikolojik deneyimini iyileştirdiğini güçlü biçimde desteklemektedir. Bu bağlamda, yapay zekâ destekli video içeriklerinin de benzer biçimde etkili olabileceği ve özellikle sünnet gibi kültürel, psikolojik ve tıbbi açıdan hassas süreçlerde çocukların kaygı ve korkularını azaltmada önemli bir araç olabileceği düşünülmektedir.

Yapay Zekâ ve Sağlık Eğitiminde Kullanımı

Yapay zekâ (YZ) son yıllarda teşhis, tedavi, bakım planlaması ve hasta eğitimi gibi alanlarda sağlık hizmetlerinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Özellikle, üretken yapay zekâ sistemleri (örn. ChatGPT, Gemini, Claude, Sora, vb.) sağlık profesyonellerinin metin, ses veya video tabanlı eğitim materyalleri oluşturmaları için güçlü fırsatlar sunar (Lee & Kim, 2024). Yapay zekanın temel işlevi, büyük veri kümelerini analiz ederek ve böylece kişiselleştirilmiş bilgilerin üretilmesini sağlayarak insan öğrenimini simüle etmektir (Kuehn, 2023).

Yapay zekâ destekli sistemler, hasta eğitimi açısından değerlendirildiğinde bireyin yaş, eğitim seviyesi ve sağlık okuryazarlığı gibi özelliklerine göre özelleştirilmiş içerik üretir. Bu durum, özellikle pediatrik hastalarda eğitimin anlaşılabilirliğini ve etkinliğini artırır. Ramedani ve ark.'nın randomize kontrollü bir çalışmasında (2025), yapay zekâ tarafından üretilen videoların omurga ameliyatı geçiren hastalarda kaygıyı azalttığı, bilgi kalitesini artırdığı ve hasta memnuniyetini artırdığı bildirilmiştir. Benzer şekilde, Li ve ark. (2023), kardiyovasküler görüntüleme alanındaki yapay zekâ tabanlı eğitim materyallerinin klasik metin tabanlı bilgiden daha etkili olduğunu göstermiştir.

Yapay zekâ ile hazırlanan videoların en önemli avantajlarından biri, öğrenmenin birden fazla duyusal şekilde desteklenmesidir. Görsel ve işitsel uyaranlar, özellikle çocuklarda soyut kavramları somutlaştırmaya ve bilginin kalıcılığını artırmaya yardımcı olur (Feldman ve ark., 2024). Ayrıca yapay zekâ algoritmaları, eğitim videolarının dil seviyesini çocuğun yaşına uygun hale getirerek anlaşılırlığı optimize eder. Bu, çocukların tıbbi süreçlerini korkutucu hale getirmelerini, aktif katılımlarını ve psikolojik adaptasyonlarını kolaylaştırmalarını kolaylaştırır.

Hemşirelik bakımında yapay zekâ kullanımı zaman kazandırır ve eğitim sürecinde profesyonelleri standartlaştırır. Sağlık profesyonelleri, yapay zekâ yapımı videolar aracılığıyla ebeveynlere ve çocuklara cerrahi süreç, yara bakımı, ağrı yönetimi gibi konularda güvenilir, bilimsel ve tutarlı bilgiler sağlayabilir (Kuehn, 2023). Bununla birlikte, etik açıdan değerlendirildiğinde, yapay zekâ tabanlı materyallerin doğruluğu, tarafsızlığı ve veri gizliliği konusunda dikkatli olunmalıdır.

Yapay Zekâ ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Yapay zekâ (YZ), özellikle hasta bilgi materyallerinin kalitesini artırmak, okunabilirliği kolaylaştırmak ve kişiselleştirilmiş eğitim içeriği oluşturmak açısından sağlık eğitimi alanında önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Mevcut literatür, yapay zekanın hem metin tabanlı hem de görsel-işitsel (video, animasyon) eğitim materyallerinde anlamlı katkılar sağladığını göstermektedir.

Saatçi, Korkut ve Ünsal (2024) tarafından yürütülen randomize kontrollü çalışmada, hemşirelik öğrencileri tarafından AI kullanılarak hazırlanan hasta eğitimi materyalleri incelenmiştir. Sonuçlar, yapay zekâ grubundaki materyallerin anlaşılabilirlik ve uygulanabilirlik puanlarının klasik yöntemle hazırlananlardan önemli ölçüde daha yüksek

olduğunu ortaya koydu. Bu bulgu, yapay zekanın sağlık profesyonellerine hasta eğitimi içeriğini basit, etkili ve hedef bir kitlede düzenleme fırsatı sağladığını göstermektedir.

Marey ve ark. (2024), kardiyovasküler görüntüleme hastaları üzerine yaptıkları çalışmada, üretken yapay zekâ modellerinin incelenmesi (örn. ChatGPT, DALL-E) kişiselleştirilmiş görsel ve metinsel hasta bilgi materyalleri üretebileceğini duyurdu. Yazarlar, bu araçların karmaşık tıbbi prosedürleri özellikle anlaşılır hale getirerek hastaların sürece katılımını ve tedaviye uyumunu artırdığını belirtmektedir.

Buna paralel olarak, Hansen ve ark. (2024) tarafından yapılan sistematik bir inceleme, animasyonlu videoların klasik metin tabanlı broşürlere kıyasla bilgi hatırlama seviyesini önemli ölçüde artırdığını gösterdi. Çalışma, yapay zekâ ile üretilen veya geliştirilen video animasyon içeriğinin sağlık eğitiminde güçlü bir tamamlayıcı araç olabileceğini vurguluyor. Benzer şekilde, Moe-Byrne ve ark. (2022) animasyon videolarının hem hastalar hem de genel halk için bilgi, tutum ve davranış üzerinde olumlu etkileri olduğunu bildirdi.

Öte yandan, NYU Langone Health (2025) tarafından yürütülen bir araştırma, büyük dil modellerinin (ChatGPT, Gemini, Claude) hasta bilgi materyallerini basitleştirme ve okunabilirlik seviyesini artırmadaki etkisini gösterdi. Çalışmada, sağlık okuryazarlığı düşük bireylerde yapay zekâ ile yeniden düzenlenmiş metinlerin anlaşılmasının daha kolay olduğu tespit edildi. Bu sonuç, yapay zekanın halk sağlığı iletişiminde erişilebilirlik ve eşitlik açısından önemli katkılarda bulunabileceğini göstermektedir.

Son olarak, Marey ve ark. (2025) tarafından yürütülen başka bir çalışmada, ChatGPT-4 ve kardiyovasküler görüntüleme hakkında benzer AI modelleri tarafından sağlanan bilgilerin doğruluğu değerlendirildi. Bulgular, ChatGPT-4'ün bilgi doğruluğu ve dil anlaşılırlığı açısından diğer modellerden daha güvenilir olduğunu ortaya koydu; ancak klinik uygulamada hala insan gözetimi gereklidir.

Genel olarak bu bulgular, YZ'nin sağlık eğitimi alanında yalnızca teknik bir araç olmadığını, aynı zamanda hasta-merkezli öğrenme, psikolojik rahatlama ve sağlık okuryazarlığını artırma süreçlerinde de etkili bir rol üstlenmeye başladığını göstermektedir. Özellikle çocuklara yönelik tıbbi süreçlerde YZ destekli video ve animasyon içeriklerinin, işlem öncesi kaygıyı azaltma ve bilgilendirmeyi güçlendirme potansiyeli taşıdığı görülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışma, yapay zekâ ile hazırlanan video ve animasyon tabanlı eğitim materyallerinin çocuklarda sünnet sürecine eşlik eden korku, kaygı ve ağrı gibi psikolojik reaksiyonları azaltmada potansiyel katkılarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Literatür, görsel ve işitsel öğrenme araçlarının çocukların tıbbi süreci anlamalarını ve korkularını azaltmalarını kolaylaştırdığını göstermektedir (Moe-Byrne ve ark., 2022; Hansen ve ark., 2024)

Yapay zekâ destekli sistemler bu süreci bir adım daha ileri götürür ve bireyselleştirilmiş, yaşa ve kültürel olarak bağlama uygun eğitim içeriğinin oluşturulmasına izin verir. Özellikle büyük dil modelleri ve üretken yapay zekâ araçları sayesinde üretilen görsel materyallerin, geleneksel eğitim yöntemlerine kıyasla okunabilirlik ve etkinlik açısından üstün olduğu belirtilmektedir (Saatçi ve ark., 2024; Marey & Saad, 2024). Ek olarak, NYU Langone Health (2025) tarafından yapılan bir araştırma, yapay zekâ tabanlı içeriğin düşük sağlık okuryazarlığına sahip bireyler için anlaşılırlığı artırdığını göstermektedir.

Sonuç olarak, yapay zekâ teknolojileri çocuklarda sünnet sürecinin psikolojik yükünü azaltmada yenilikçi, erişilebilir ve etkili bir yöntem olarak düşünülebilir. Bu tür uygulamalar, sağlık hizmetlerinde hem çocukların kaygısını ve korkusunu azaltan hem de ebeveynlerin bu süreçteki bilgi ve güven düzeyini artıran empatik bir iletişim ortamı oluşturur.

KAYNAKÇA

Qudah, H., Al-Shloul, S., Awad, M., & Me'aitah, R. (2022). A comprehensive comparison of the early and late complications of circumcision in neonates and children. Journal of Pediatric Surgery, 57(6), 1240–1246. https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2022.1240

American Academy of Pediatrics. (2012). Circumcision policy statement. Pediatrics, 130(3), 585–586. https://doi.org/10.1542/peds.2012-1990

Canadian Paediatric Society. (2015). Newborn male circumcision: Position statement. Retrieved from https://cps.ca/en/documents/position/circumcision

Feldman, J., et al. (2024). Artificial intelligence tools significantly improve the readability of online patient education materials. NYU Langone News. Retrieved from https://nyulangone.org/news/artificial-intelligence-tools-make-education-materials-more-patient-friendly

Hansen, S., Greer, C., & Johnson, M. (2024). Effectiveness of animated educational videos created by AI on patient knowledge retention. JMIR Medical Education, 10(3), e58306. https://doi.org/10.2196/58306

Hansen, S., Jensen, T. S., Schmidt, A. M., Strøm, J., Vistisen, P., & Høybye, M. T. (2024). The effectiveness of video animations as a tool to improve health information recall for patients: A systematic review. Journal of Medical Internet Research, 26, e58306. https://doi.org/10.2196/58306

Kuehn, B. M. (2023). The emerging role of AI in patient education: A comparative study. Medical Perspectives, 33(4), 330–338. https://doi.org/10.1159/000906379

Lee, J., & Kim, S. (2024). A pilot study of generative AI video for patient communication in radiation procedures. Health & Technology, 14(1), 45–53. https://doi.org/10.1007/s12553-025-00945-z

Li, L., et al. (2023). Generative artificial intelligence: Enhancing patient education in cardiovascular imaging. Tomography, 9(4), 2254–2263. https://doi.org/10.3390/tomography9040154

Marey, A., & Saad, A. (2024). Generative AI in cardiovascular education: Personalized learning and imaging insights. British Journal of Radiology Open, 4(1), tzae018. https://doi.org/10.1093/bjro/tzae018

Marey, A., et al. (2025). Evaluating the accuracy and reliability of AI chatbots in patient information on cardiovascular imaging. Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine, 56(1), 41. https://doi.org/10.1186/s43055-025-01452-x

Moe-Byrne, T., Brown, A., & Richardson, M. (2022). The effectiveness of video animations as information tools for patients and the general public: A systematic review. Frontiers in Digital Health, 4, 1010779. https://doi.org/10.3389/fdgth.2022.1010779

NYU Langone Health. (2025, April 30). Artificial intelligence tools make education materials more patient friendly. NYU Langone Health News. https://nyulangone.org/news/artificial-intelligence-tools-make-education-materials-more-patient-friendly

OpenAI. (2023). GPT-4 technical report. arXiv:2303.08774. https://arxiv.org/abs/2303.08774

Ramedani, F., et al. (2025). Evaluating AI-generated patient education materials for spinal surgery: An RCT. Journal of Medical Internet Research, 27(1), e41092. https://doi.org/10.2196/41092

Saatçi, G., Korkut, S., & Ünsal, A. (2024). The effect of the use of artificial intelligence in the preparation of patient education materials by nursing students on the understandability, actionability and quality of the material: A randomized controlled trial. Nurse Education in Practice, 81, 104186. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.104186

World Health Organization. (2021). Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Geneva: WHO Press. https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200

World Health Organization. (2021). Male circumcision for HIV prevention: Global progress and recommendations. Geneva: WHO Press. https://www.who.int

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ BAĞLAMINDA NÂBÎ'NİN HAYRİYYE'SİNE DİDAKTİK BİR BAKIŞ

Dr. Mehmet KESKİN

Milli Eğitim Bakanlığı

ORCID: 0000-0003-2781-5632

ÖZET

Millî Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, eğitimi yalnızca bilişsel bir süreç olarak değil; insanın ruh, akıl ve ahlak bütünlüğü içinde ele alan değer temelli bir model olarak öne çıkmaktadır. "Erdem–Değer–Eylem" yaklaşımıyla bireyin hem bilgi hem de karakter bakımından olgunlaşmasını hedefleyen bu model, aslında Türk-İslam düşünce geleneğinde köklü bir geçmişe sahiptir. Bu çalışmada söz konusu modelin dayandığı insan tasavvuru, 17. yüzyılın önde gelen şairlerinden Nâbî'nin Hayriyye adlı mesnevisi üzerinden incelenmiştir. Nâbî'nin oğlu Ebu'l-Hayr Mehmed Çelebi'ye hitaben kaleme aldığı Hayriyye, bireyin davranışlarında rehber olacak ahlaki ilkeleri şiirsel bir dille sunar. Hayriyye, bir baba nasihati görünümünde olsa da özünde ahlak, sorumluluk, sabır ve merhamet gibi evrensel değerlerin poetik bir ders kitabıdır. Eserde yer alan dürüstlük, sabır, merhamet, çalışkanlık, sorumluluk, yardımseverlik, sevgi, aile bütünlüğü, duyarlılık, mütevazılık, mahremiyet ve temizlik gibi değerler, günümüz Maarif Modeli'nin merkezinde bulunan insani erdemlerle örtüşmektedir. Nâbî, bireyin kemalini toplumsal huzurun temeli olarak görür; eğitimi ise sadece bilgi edinme değil, insan olma süreci olarak tanımlar. Nâbî, ferdin olgunlaşmasını toplumun dirliğiyle birleştirirken bireysel terbiyeyi kamusal ahlakın temeli sayar. Bu yönüyle eser, Maarif Modeli'nin insan merkezli ve değer odaklı eğitim felsefesini asırlar öncesinden haber veren bir metin hüviyetindedir. Bu bağlamda Hayriyye, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin hedeflediği değerler eğitiminin tarihsel ve kültürel zeminini temsil eden öncü bir metindir. Şairin "baba" kimliğiyle yazdığı öğütler, bugünün öğretmenine ve eğitimcisine düşen sorumlulukları asırlar öncesinden hatırlatır. Dolayısıyla Nâbî'nin Hayriyye'si, hem klasik edebiyatın didaktik mirasını yaşatan hem de çağdaş eğitim felsefesine ışık tutan bir köprü işlevi görmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nâbî, Hayriyye, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, Didaktik Anlayış, Erdem Temelli Eğitim.

A DIDACTIC LOOK AT NÂBÎ'S HAYRIYYE IN THE CONTEXT OF THE TURKISH CENTURY EDUCATION MODEL

ABSTRACT

The Turkish Century Education Model, developed by the Ministry of National Education, stands out as a value-based model that considers education not merely as a cognitive process but within the integrity of the human spirit, mind, and morality. This model, which aims to mature individuals in both knowledge and character through the "Virtue-Value-Action" approach, has a deep-rooted history in the Turkish-Islamic tradition of thought. This study examines the human vision upon which this model is based through the masnavi Hayriyye by Nâbî, one of the leading 17th-century poets. Nâbî's Hayriyye, written for his son, Ebu'l-Hayr Mehmed Çelebi, poetically presents moral principles that should guide individual behavior. While Hayriyye may appear as a paternal advice, it is, in essence, a poetic textbook of universal values such as morality, responsibility, patience, and compassion. Values such as honesty, patience, compassion, diligence, responsibility, charity, love, family unity, sensitivity, modesty,

privacy, and cleanliness within the work align with the human virtues central to today's Education Model. Nâbî sees individual perfection as the foundation of social peace; he defines education as a process not merely of acquiring knowledge but of becoming human. Nâbî connects individual maturation with the well-being of society, while considering individual education the foundation of public morality. In this respect, the work serves as a text that foreshadows the human-centered and value-focused educational philosophy of the Maarif Model centuries ago. In this context, Hayriyye is a pioneering text representing the historical and cultural foundation of the values education targeted by the Turkish Century Maarif Model. The poet's advice, written as a "father," reminds us centuries ago of the responsibilities that fall upon today's teachers and educators. Therefore, Nâbî's Hayriyye serves as a bridge that both preserves the didactic legacy of classical literature and illuminates contemporary educational philosophy.

Keywords: Nâbî, Hayriyye, Türkiye Century Education Model, Didactic Understanding, Virtue Based Education.

GİRİŞ

"İnsanlık, çocuğa verebileceğinin en iyisini vermekle yükümlüdür." Bu söz, eğitimin yalnızca bilgi aktarımı değil; insanın karakterini, ruhunu ve ahlakını şekillendiren bir süreç olduğunu hatırlatır. Çocuklarımızı, aile toprağına yeni fidelenmiş nadide bir çiçek olarak görmek gerekir. Nasıl ki çiçekler uygun ortam bulmadığında güzelliğini sergileyemezse çocuklar da uygun bir çevre bulamadıklarında bedensel, düşünsel ve duygusal yönden gelişemezler. Bu nedenle çocukların sağlığına ve eğitimine gösterilen özenin benzerini, okudukları eserlere de göstermek gerekir. Onları hakikat, erdem ve insanlık değerleriyle buluşturan metinlerle yetiştirmek; ebeveynin, öğretmenin ve toplumun ortak sorumluluğudur.

Edebiyat, bireyin ruhsal ihtiyaçlarını karşılamasında ve toplumsal bilinç kazanmasında en etkili araçlardan biridir. Bu yönüyle çocuklara sunulan edebî eserler yalnızca estetik bir zevk değil, aynı zamanda bir değer aktarımı işlevi de görür. Kitap seçiminde millî kimliği, ahlaki ve kültürel değerleri besleyen eserlerin tercih edilmesi, çocukların kişilik gelişiminde kalıcı etkiler bırakır. Zira sanat ve sanatçı, erdemli bir toplumun temelini atan en güçlü unsurlardır. Bu duyarlılığa sahip sanatçılardan biri, 17. yüzyıl Osmanlı şairi Nâbî (1642–1712)'dir. Nâbî, Hayriyye adlı mesnevisinde hem bir baba hem de bir öğretici kimliğiyle öne çıkar. Eser, Osmanlı toplumunun ahlaki çözülme yaşadığı, liyakatten uzak yöneticilerin etkili olduğu bir dönemde kaleme alınmıştır. Şair, oğluna hitaben verdiği öğütlerle hem bireysel hem toplumsal ahlakın yeniden inşasını amaçlamıştır. "İyi ahlak, örnek yaşantı, edepli olma, kötülüğe karşı durma ve düşkünlere yardım etme" gibi evrensel değerleri öğütleyen Hayriyye, döneminin sosyal yaralarına bir ilaç olmanın ötesinde, çağlar üstü bir eğitim ve değer rehberi niteliğindedir.

Nâbî Hayriyye'de insanı "güher" yani cevher olarak görür; bu cevherin eğitimle işlenmesi gerektiğini savunur. Şairin aşağıdaki beyti bu anlayışı yansıtır:

İy ser-âmed güher-i bahr-i hayât

Nüsha-i müntehab-i hüsn-i sıfât (Nâbî, s. 91, M. 558)

Bu beyitte oğlunu "hayat denizinin incisi" ve "güzel vasıfların seçkin örneği" olarak niteleyen şair, modern eğitimin de vurguladığı biçimde insanın bilgi kadar erdem, merhamet ve sorumluluk gibi değerlerle donatılması gerektiğini dile getirir. Nâbî'nin bu yaklaşımı, 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin değer temelli eğitim anlayışıyla doğrudan ilişkilidir. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli bireyin bilgi kadar erdem, sorumluluk ve toplumsal değerlerle yetişmesini; karakter gelişimini toplumsal uyumla bütünleştirmeyi amaçlar (MEB, 2024, s. 4).

Hayriyye, Osmanlı toplumunun bozulmaya yüz tuttuğu bir dönemde yazılmış olup Nâbî bu eserinde evrensel değerlere çağrıda bulunur. Eser, hem döneminin yaralarına bir ilaç hem de çağdaş eğitimin erdem merkezli anlayışına öncülük eden bir metindir. Nâbî'nin dürüstlük, kanaatkârlık, merhamet ve hikmet gibi değerler etrafında şekillenen ahlak anlayışı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin hedeflediği erdemli, duyarlı ve sorumluluk sahibi birey idealini yüzyıllar öncesinden yansıtır. Bugün de tıpkı Nâbî'nin yüzyıllar önce dile getirdiği gibi çocuklarımızın ahlak, kimlik ve kişilik gelişiminde doğru eserlerle buluşması hayati önemdedir. Onlara sunulan kitapların millî değerleri koruyan, ahlaki bilinci pekiştiren ve insanı güzelleştiren mesajlar taşıması gerekir. Sanat ve sanatçı, erdemli bir toplumun temellerini atacak en güçlü araçlardır; Nâbî de bu duyarlılığa sahip bir şair olarak geçmişten bugüne "insan olma çabasının" kalıcı sesini temsil eder ve klasik Türk edebiyatı ile modern değer temelli eğitim arasında bir köprü işlevi görür. Bu bağlamda bu bildirinin amacı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli perspektifinde Nâbî'nin Hayriyye'sini didaktik bir yaklaşımla inceleyerek eserdeki ahlaki değerlerin modern eğitim anlayışıyla nasıl örtüştüğünü ortaya koymaktır. Çalışma, klasik edebiyat ile çağdaş değer eğitimi arasında tarihsel bir köprü kurmayı ve Hayriyye'nin günümüz eğitiminde değer öğretimi materyali olarak kullanılabilirliğini tartışmayı hedeflemektedir.

Araştırmada nitel bir yaklaşım benimsenmiştir. Yöntem olarak öncelikle Hayriyye'nin metni beyitler düzeyinde taranmış; ahlaki, dinî ve toplumsal değerleri içeren beyitler belirlenmiştir. Ardından, bu beyitlerdeki temalar Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin "erdem–değer–eylem" ekseniyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler, hem klasik edebî söylem açısından hem de çağdaş eğitim yaklaşımı bakımından değerlendirilmiştir. Bu süreçte Nâbî'nin bireye yönelik öğütleri, karakter ve kimlik inşası bağlamında çözümlenmiş; değer aktarımında kullandığı dil, semboller ve pedagojik yaklaşım analiz edilmiştir. Böylece bildiride, edebiyatın değer öğretimindeki rolü, klasik bir metin üzerinden çağdaş eğitim ilkeleriyle ilişkilendirilmiş; Hayriyye'nin hem tarihsel hem pedagojik bir kaynak olarak yeniden yorumlanması amaçlanmıştır.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Bağlamında Nâbî'nin Hayriyye'sine Didaktik Bir Bakış

1. Aile Bütünlüğü

Baba, ailesine karşı sorumluluk taşıyan bir aile reisidir. İslamiyet'te karı ile koca arasında olduğu gibi ebeveyn ile çocuk arasında da karşılıklı hak ve görevler vardır. Bu çerçevede anne ve baba, aile birliğini korumak ve çocuklarını iyi bir şekilde yetiştirmekle yükümlüdürler. Aile içindeki huzur ve düzen, herkesin birbirine karşı sorumluluklarını yerine getirmesiyle sağlanır. Bu konuda Taberânî'nin rivayet ettiği bir hadis-i şerifte de ebeveynin çocuklarına karşı görevlerinin önemi vurgulanmaktadır: "Hiçbir ana-baba evladına iyi bir eğitimden, iyi bir ahlaktan daha değerli miras bırakamaz." (Omran, 1995, s. 43)

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde aile bütünlüğü değeri bireyin ilk eğitim yeri olan ailenin sevgi, saygı ve güven temeli üzerinde şekillenmesi gerektiğini vurgular. Modelde aile değerlerin, sorumluluk bilincinin ve toplumsal uyumun öğrenildiği en önemli kurum olarak görülür. Bu nedenle bireylerin aile birliğini koruması, iletişimi güçlendirmesi, duygularını paylaşması ve karar süreçlerine katılması teşvik edilir. Aile fertlerinin birbirine destek olması, görev ve sorumluluklarını yerine getirmesiyle aile bütünlüğü güçlenir. Böylece öğrencilerin, aileyi toplumsal dayanışmanın temeli olarak gören, bağlılık ve iş birliği içinde hareket eden bireyler olmaları hedeflenir (MEB, 2025, s. 130).

İy Eba'l-Hayr Muhammed Çelebi

İy iden zâtı müzeyyen Haleb'i (Nâbî, s. 40, M. 66)

Ey Eba'l-Hayr Muhammed Çelebi! Ey kendisi Halep'i süsleyen!

Cigerüm pâresi 'ömrüm varı

Devha-i devletümün nev-bârı (Nâbî, s. 40, M. 67)

Ciğerimin parçası, ömrümün varı, devlet ağacımın taze meyvesi...

Pertev-i nûr-ı hayâtum sensin

Mahz-ı hayr ü berekâtum sensin (Nâbî, s. 40, M. 68)

Hayatımın ışığı sensin, hayır ve bereketimin aslı sensin.

Nâbî'nin yukarıdaki beyitlerinde oğluna seslenişi, sadece bir babanın nasihati olarak değil; aile bütünlüğü, sevgi ve sorumluluk temelleri üzerine kurulu bir eğitim anlayışının yansıması olarak değerlendirilebilir. Şair, oğlunu "ciğerimin parçası, ömrümün varı" gibi ifadelerle tanımlayarak baba oğul ilişkisinde derin bir sevgi ve aidiyet duygusunu öne çıkarır. Bu yaklaşım, Maarif Modeli'nde aileyi eğitimin ilk ve en önemli kurumu olarak gören anlayışla örtüşür.

Nâbî'ye göre çocuk, ailenin hem devamı hem de bereketidir. Bu düşünce, bireyin aileye aidiyet hissinin ve aile birliğinin korunmasına yönelik sorumluluğunun altını çizer. Şairin oğlunu hayatının ışığı ve bereketinin kaynağı olarak nitelemesi aile içindeki sevgi, saygı ve güven ilişkilerinin ne kadar hayati olduğunu gösterir. Bu yönüyle Nâbî, aile kurumunun sürekliliğinin ancak fertler arasındaki karşılıklı anlayış ve güvenle mümkün olabileceğini vurgular.

Beyitlerdeki duygusal ton, aile içinde iletişimin önemine de dikkat çeker. Nâbî'nin içten ve yumuşak bir üslupla oğluna yönelttiği sözler, sevgi temelli bir iletişim biçimini ortaya koyar. Bu iletişim tarzı, aile bireyleri arasında duyguların paylaşılmasını, görüş alışverişini ve karşılıklı dayanışmayı teşvik eder. Dolayısıyla şairin sözleri aile huzurunun ancak saygı, sevgi ve güven temelleri üzerinde inşa edilebileceğini sezdirir.

Nâbî'nin oğluna yönelik öğütleri, aile içi sorumluluk bilincinin açık bir göstergesidir. Şair, babalık görevini yalnız biyolojik bir sorumluluk olarak değil; ahlaki bir yükümlülük olarak da görür. Çocuğun iyi bir eğitim alması, doğru değerlerle yetişmesi ve topluma faydalı bir birey olması, hem ailenin hem de toplumun devamlılığı açısından önemlidir. Bu bakış açısı, Maarif Modeli'nde öne çıkan "ailede değer aktarımı" ilkesini ve "eğitimin merkezinde ailenin yer alması" anlayışını yansıtır. Şairin oğluna yönelttiği sevgi, bağlılık ve sorumluluk temelli sözler, günümüz eğitim anlayışında da geçerliliğini koruyan bir gerçeğe işaret eder: Sağlam bir eğitim, sağlam bir aile bağının üzerine kurulur.

2. Çalışkanlık

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde çalışkanlık değeri; bireyin azimli, planlı, disiplinli ve sorumluluk sahibi olmasını; bilime, araştırmaya, üretkenliğe ve öğrenmeye karşı dini ve ahlaki sorumluluk bilincini esas alır. Çalışkanlık, hem bireysel gelişimin hem de toplumsal ilerlemenin temelidir. Modelde öğrenci, hedeflerine ulaşmak için istikrarlı biçimde çaba gösterir, karşılaştığı zorlukları sabırla aşar ve zamanı verimli kullanır. Ayrıca öğrenmeye karşı içsel motivasyon geliştirir, merak ve ilgiyle araştırır, bilgiyi eleştirel bir bakışla değerlendirir, grup çalışmalarında aktif rol alır ve sorumluluklarını yerine getirir. Böylece çalışkanlık, yalnızca

akademik başarıya değil; azim, gayret, öz disiplin ve içsel motivasyonla şekillenen, aynı zamanda dini ve ahlaki bilinçle desteklenen kalıcı bir karakter erdemine dönüşür (MEB, 2025, s. 131).

Sen çalış kim olasın anlardan

Çekme a'yândan olam diyü mihen (Nâbî, s. 119, M. 831)

Sen çalış ki onlar gibi olasın, "ayanlardan olayım" diye sıkıntı çekme (zahmet etme, dert edinme).

Nâbî yukarıdaki beyitte, bireysel gayretin ve emeğin önemini vurgular. Oğluna, toplumda gerçek bir yükselişin ancak çalışmak, gayret göstermek ve emek vermekle mümkün olduğunu öğütler. Şair, bireyin saygın bir konuma soylulukla, mirasla ya da başkalarına özenerek değil; kendi azmiyle ulaşabileceğini vurgular. "Çalış" emri, onun didaktik üslubunun özünü yansıtırken, "a'yân" (ileri gelenler) ifadesiyle hedef gösterilir. Buna karşılık "olam diyü mihen" sözü, makam ve şöhret hırsının boş bir sıkıntı olduğunu hatırlatarak tembelliğe ve boş heveslere karşı uyarır. Böylece Nâbî, başkalarına özenip kendini yormak yerine, kendi emeğiyle ilerlemenin erdemini ön plana çıkarır.

Bu yaklaşım, Maarif Modeli'nin "çaba, gayret, üretkenlik ve sorumluluk" değerleriyle bire bir örtüşür. Modelde birey, potansiyelini ancak emek vererek ortaya çıkarabilir; çalışkanlık ise hem kişisel gelişimin hem de toplumsal ilerlemenin temelidir. Nâbî, bu beyitle insanın kaderini belirleyen asıl gücün kendi iradesi ve emeği olduğunu öğretir. Dolayısıyla beyit, yalnızca bireysel başarıya değil; aynı zamanda ahlaki bir sorumluluk bilincine dayanan çalışkanlık anlayışını temsil eder.

Bâri ol 'ilme çalış merdâne

Yaraya pîsgeh-i Yezdân'a (Nâbî, s. 165, M. 1291)

Hiç olmazsa ilme yiğitçe çalış; Çünkü bu, Allah'ın huzuruna (dergâhına) yaklaştıran bir vesiledir.

Nâbî yukarıdaki beyitte, çalışkanlığın yalnızca maddi kazanç veya toplumsal statü için değil; manevi olgunluk ve kulluk bilinci için de gerekli olduğunu öğretir. "Merdâne" (yiğitçe, cesaretle) ifadesi, bilme çabasının kararlılık ve irade gerektirdiğini vurgular. Şair, ilmi bir süs veya gösteriş aracı olarak değil; "Yezdân'a pîsgeh" yani Allah'a yaklaşmanın yolu olarak görür. Böylece çalışmanın gayesi, bilgiyle olgunlaşan ve hakikate yönelen bir insan modeli hâline gelir.

Bu düşünce, Maarif Modeli'nin "ilim, hikmet ve değer temelli eğitim" anlayışıyla bire bir örtüşür. Modelde bilgi, yalnızca akli bir birikim değil; insanı erdeme, ahlaka ve anlam arayışına götüren bir ışıktır. Nâbî de bu beyitle öğrenciyi sadece öğrenmeye değil, öğrenmenin hikmetini kavramaya çağırır. Dolayısıyla beyit, ilmin amacını Allah'a yakınlık; gayretin hedefini ise insan-ı kâmil olma ideali olarak tanımlar.

Matlab-ı 'ilme çalış ol a'lem

Farzdur didi Resûl-i Ekrem (Nâbî, s. 64, M. 290)

Ey akıllı kişi, ilim elde etmeye çalış; zira yüce Peygamber "İlim öğrenmek farzdır." buyurmuştur.

Nâbî yukarıdaki beyitte, Hz. Peygamber'in "İlim talep etmek her Müslümana farzdır." hadisine gönderme yaparak ilim öğrenmenin dinî ve ahlaki bir sorumluluk olduğunu vurgular. Şairin "ilme çalış" ifadesi yalnızca bilgi edinmeyi değil; öğrenme sürecinde azim, gayret ve sebat göstermeyi de kapsar. Beyitte yer alan "Resûl-i Ekrem" vurgusu ise çalışmanın hem dinî bir emir hem de peygamberi bir tavsiye olduğuna işaret eder. Böylece Nâbî, ilim yolunda çalışkanlığı bireysel bir çabanın ötesine geçirerek iman ve kulluk bilinciyle temellendirilen bir görev olarak sunar. Bu yaklaşım, Maarif Modeli'nde öne çıkan "çalışkanlık" ile "emek, azim ve gayretle öğrenme" ilkeleriyle doğrudan örtüşür.

Maarif Modeli'nde çalışkanlık, bireyin hem kendini geliştirmesi hem de topluma katkı sunabilmesi için vazgeçilmez bir erdem olarak ele alınır. Nâbî de benzer biçimde çalışmayı yalnız dünyevi bir başarı aracı olarak değil; insanın yaratılış gayesine uygun bir sorumluluk olarak görür. İlme yönelmek, bireyin akli ve ruhi yetkinliğini artırırken; aynı zamanda toplumsal ilerlemenin temelini oluşturur. Şairin bu yaklaşımı, Maarif Modeli'nin hedeflediği "öğrenmeye açık, azimli, sorumluluk sahibi birey" tipinin klasik edebiyattaki karşılığını gösterir.

3. Dostluk

Süleyman Uludağ'a göre dost, kalpten bağlı olunan kişi; yar/sevgili, gönülde özel bir yere sahip olan kişi; arkadaş, yakınlık ve sırdaşlık kurulan arkadaştır. Sevgi, bağlılık ve şefkat duygusudur; Allah'ın kulunu sevmek, O'nun kullarına sevgi ve iyilik göstermeyi; dost edinmek ise manevi ve ahlaki değerleri paylaşan kişilerle yakınlık kurmayı ifade eder (Uludağ, 2012, s. 110).

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde dostluk değeri; bireyin arkadaşlarına sevgi, saygı ve güven temelinde destek olmasını, dayanışma göstermesini ve etkili iletişim kurmasını kapsar. Öğrenci, arkadaşlarının iyi ve kötü zamanlarında yanlarında olur; sorunlarını çözmek için çaba gösterir ve ortak hedeflere ulaşmak için birlikte hareket eder. Ayrıca arkadaşlarının bireysel gelişimlerini destekler, onları iyiliğe teşvik eder ve dürüst, samimi ve güvene dayalı ilişkiler kurar. Dostluk, aynı zamanda kaliteli vakit geçirmeyi, arkadaşların fikir ve sınırlarına saygı göstermeyi, farklılıkları kabul etmeyi ve olumlu davranışlarını örnek almayı içerir. Model, uluslararası boyutta da farklı kültürlerle dostça ilişkiler kurmayı, dünya barışına katkı sağlamayı ve millî kimliği koruyarak evrensel bağlar geliştirmeyi önemser (MEB, 2025, s. 132).

Sen kabûl eyle bu pendi benden

Dostluk var iken olma düşmen (Nâbî, s. 139, M. 1038)

Benden bu öğüdü kabul et: Dostluğun varken, dostuna düşmanlık etme.

Nâbî yukarıdaki beyitte, insan ilişkilerinde sadakat ve vefanın önemini öğütler. "Pend" (öğüt) kelimesi, onun didaktik üslubunun merkezindedir; şair, öğüdünü bir baba veya bilge bir rehber gibi yumuşak bir ses tonuyla verir. Dostluk, Nâbî'ye göre insanı insan yapan temel değerlerden biridir ve kolay kurulup kolay bozulmaması gereken kutsal bir bağdır. "Dostluk var iken olma düşmen" sözü, hem bireysel hem toplumsal düzeyde güven, barış ve sevgiye dayalı ilişkilerin korunması gerektiğini anlatır.

Bu düşünce, Maarif Modeli'nin "sadakat, vefa, empati ve toplumsal uyum" değerleriyle tamamen örtüşür. Modelde dostluk, bireyin sosyal-duygusal gelişiminin bir parçası olarak görülür; birey, ilişkilerinde güveni, vefayı ve affediciliği esas almalıdır. Nâbî'nin bu beyti de dostluğu sadece bir duygu değil, ahlaki bir sorumluluk olarak ele alır. Böylece dostluğun korunması, insanın karakter olgunluğunun bir ölçütü hâline gelir; şairin çağrısı, bugünün eğitim anlayışında da geçerli olan bir insanî değerler eğitimi örneği sunar.

Sabr ile dost olur düşmenler

Sabr ile reh-ber olur reh-zenler (Nâbî, s. 140, M. 1041)

Sabır sayesinde düşmanlar dost olur, sabırla hırsız bile doğru yola girer.

Nâbî yukarıdaki beyitte, sabır erdeminin dostluğu kurma ve sürdürmedeki dönüştürücü gücünü vurgular. Şaire göre sabır, hem bireyin iç dünyasında hem de toplumsal ilişkilerde huzurun anahtarıdır. "Sabr ile dost olur düşmenler" dizesi öfke, kırgınlık ve önyargıların ancak sabırla aşılabileceğini; sabrın iletişimde barışı ve dostluğu yeniden inşa eden bir erdem olduğunu anlatır. "Sabr ile reh-ber olur reh-zenler" ise kötülüğe yönelen kişinin bile sabır ve irade ile doğru yola gelebileceğini yani insanın değişme potansiyelini işaret eder.

Bu bakış açısı, Maarif Modeli'nin "erdem, empati, uzlaşma ve merhamet temelli insan ilişkileri" anlayışıyla bire bir örtüşür. Modelde sabır, bireyin hem duygusal olgunluğunu hem de toplumsal uyumunu güçlendiren bir değerdir. Nâbî'nin bu beyti, dostluğun yalnızca sevgiden değil; sabır, anlayış ve affedicilikten beslendiğini öğretir. Böylece şair, kalıcı dostluğun temelini oluşturan sabrı, insan ilişkilerinin en yüksek ahlaki ilkelerinden biri olarak yüceltir.

4. Duyarlılık

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne göre duyarlılık, bireyin çevresindeki insanlara, topluma ve doğaya karşı farkındalık, empati ve sorumluluk göstermesini ifade eder. Modelde öğrenci, başkalarının duygularını anlamaya, ihtiyaçlarını gözetmeye, adil ve saygılı davranmaya özen gösterir. Aynı zamanda çevresel ve toplumsal sorunlara karşı bilinçli ve hassas olur, gerektiğinde çözüm üretmek ve destek olmak için sorumluluk üstlenir. Duyarlılık, bireysel davranışların toplumsal faydaya ve sürdürülebilirliğe katkı sağlamasını temel alır (MEB, 2025, s. 133).

Kec nigâh eyleme hem-sâyelere

İltifât eyle tehî-vâyelere (Nâbî, s. 89, M. 537)

Komşularına kötü gözle bakma, yoksul ve ihtiyaç sahiplerine ilgi ve şefkat göster.

Nâbî yukarıdaki beyitte, bireyin sosyal duyarlılığını ve merhametini öne çıkarır. Şair çevresindekilere küçümseyici veya ilgisiz bakmamak gerektiğini, özellikle yoksullara ve kimsesizlere karşı şefkatli davranmanın bir insanlık görevi olduğunu vurgular.

Maarif Modeli bağlamında, bu öğüt bireyin toplum bilinci ve merhamet eğitimi kazanımıyla örtüşür. Modelde duyarlılık, sadece duygusal bir tepki değil; insan onuruna saygı duyan, sosyal sorumluluk bilinci taşıyan bir tavır olarak tanımlanır. Nâbî'nin öğüdüyle birleştiğinde bireyin sadece kendine değil, çevresine de fayda sağlayan erdemli bir insan olması amaçlanır.

İmtizâc eyle gözet hakk-ı civâr

Çekmesün kimse yüzünden âzâr (Nâbî, s. 89, M. 538)

Komşuluk hakkını gözet, onlarla iyi geçin; kimse senin yüzünden sıkıntı çekmesin.

Nâbî yukarıdaki beyitte, komşuluk ilişkileri üzerinden sosyal duyarlılığın ahlaki boyutunu işler. "Hakk-ı civâr" yani komşuluk hakkını gözetmek, toplumun huzuru ve birlikteliği için temel bir ilkedir. Şair, kimsenin başkasına zarar vermemesi gerektiğini söyleyerek bireyin hem farkındalık hem de sorumluluk bilinciyle hareket etmesi gerektiğini öğütler.

Maarif Modeli açısından bu beyit, değer temelli vatandaşlık bilinci ile doğrudan ilişkilidir. Modelde toplumsal duyarlılık; insan ilişkilerinde saygı, nezaket ve yardımlaşma ilkeleri üzerine kuruludur. Nâbî'nin öğüdü, bireyin davranışlarını toplumsal huzuru gözeterek düzenlemesi gerektiğini hatırlatır. Böylece birey sadece kendini değil, çevresini de iyileştiren bir bilinç düzeyine ulaşır. Bu yönüyle Nâbî, yüzyıllar önce kaleme aldığı Hayriyye adlı mesnevisinde bugün 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde yer alan "duyarlılık" değerini empati, merhamet ve toplumsal sorumluluk ilkeleriyle ortaya koymuştur.

5. Dürüstlük

Dürüstlük; doğruluk, düzgünlük, kesinlik ve netlik, mütenasip, sadık, sağlam ve eksiksiz (Şentürk, 2019, s. 400-401) olma gibi anlamlara gelir.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne göre dürüstlük, bireyin hem kendisine hem de topluma karşı doğru, güvenilir ve tutarlı davranmasını ifade eder. Modelde öğrenci, üzerine düşen görevleri kuralına uygun yerine getirir; bilgi ve tecrübelerini toplum yararına kullanır; sosyal ilişkilerde tarafsız ve iyi niyetli olur. Dürüstlük; sözünde ve davranışlarında tutarlılığı, verilen sözleri zamanında ve eksiksiz yerine getirmeyi, yalan, hile ve aldatmadan uzak durmayı içerir. Ayrıca başkalarının arkasından olumsuz konuşmamak ve kişisel çıkar gözetmeksizin doğruları söylemek de dürüst bireyin özellikleri arasında sayılır (MEB, 2025, s. 134).

İrtikâb itme sakın kizb ü durûğ

Kim olur subh-ı makâlünde fürûğ (Nâbî, s. 120, M. 843)

Yalan ve doğru olmayan söz söylemeye sakın kalkışma, çünkü sözünün sabahı (başlangıcı) aydınlık olsun.

Nâbî, Hayriyye'de ahlaki öğütlerini "dürüstlük" ilkesi etrafında temellendirir. Şair, insana en çok yakışan meziyetlerden birinin doğruluk olduğunu vurgular. Bu beytinde, yalan söylemenin insanın sözlerine gölge düşüreceğini, dürüstlüğün ise kişinin güvenilirliğini aydınlatacağını belirtir. Burada "subh-ı makâl" (sözün sabahı) benzetmesiyle doğru sözün aydınlık, yalanın ise karanlık bir etki yarattığı anlatılır.

Merd olan kizbe tenezzül itmez

Zillet-i kizbe tahammül itmez (Nâbî, s. 120 M. 844)

Cesur olan yalanı teşebbüs etmez, yalana düşüren alçak konumuna dayanamaz.

Bu beytinde ise dürüstlüğü, yiğitliğin ve karakterin ölçüsü olarak ele alır. Gerçek mertlik, yalana tenezzül etmemek ve onun getirdiği zillete katlanmamaktır. Böylece Nâbî, ahlaki bir duruşu cesaretle ilişkilendirir.

Katı bî-âr u hayâdur o habîs

Ki ide kizb ile ağzın telvîs (Nâbî, s. 120, M. 845)

Yalanla ağzını kirleten o aşağılık kimse, gerçekten de ardan ve hayâdan bütünüyle yoksundur.

Bu beyitteki ifadesinde yalan söyleyen kimse "bî-âr u hayâ" yani utanmaz, yüzsüz bir varlık olarak nitelendirilir. Nâbî burada dürüstlüğü sadece toplumsal değil, içsel bir arınma meselesi olarak da görür; yalan, insanın manevi temizliğini kirleten bir lekedir.

İlm-i bi‘llâhda olan ehl-i kıdem

Cân virür eylemez Allah‘a kasem (Nâbî, s. 121, M. 857)

Allah'ı bilen kadim âlimler, Allah'a yemin ederek canlarını feda etmezler.

Bu beytiyle şair, hakiki bilginin ve imanın göstergesini, yeminle değil; samimi doğrulukla sınırlar. Gerçek bilgin Allah'a yemin ederek değil, dürüst yaşayarak sadakatini gösterir.

Bilmeyen câhil ü nâdân-ı ‘anîd

Sözin eyler kasem ile temhîd (Nâbî, s. 121, M. 858)

Bilmediği halde cahil ve inatçı olanlar, yemin ederler ki doğrulayacaklarını (temhîd edeceklerini) söylesinler.

Nâbî, cehaletin en belirgin göstergesini sözün teminatını yeminle sağlamaya çalışmakta bulur.

Çok yemîn ehli degül ehl-i yemîn

Kizbinün şâhididür fart-ı yemîn (Nâbî, s. 121, M. 860)

Çok yemin edenler; yemin edenlerin şâhididir, yemin yalnızca onların farzıdır.

Bu beytiyle fazla yemin etmenin doğruluğun değil, yalancılığın işareti olduğunu söyler. Böylece Nâbî, dürüstlüğü içselleştiren insanın sözüne yemin gerekmeden güvenileceğini ifade eder.

Bu beyitlerde Nâbî, 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde vurgulanan "dürüstlük, güvenilirlik ve sorumluluk" değerlerini asırlar öncesinden işlemiştir. Onun öğütleri, bireyin hem toplumsal ilişkilerinde hem de manevi hayatında doğruluğu bir yaşam ilkesi olarak benimsemesi gerektiğini öğütler. Hayriyye üzerinden aktarılan mesaj, bireysel denetim ve eleştirel düşünceyi yüceltirken toplumsal güven ve doğruluk ilkelerini de kurumsal bir çerçeveye oturtur.

Gûşuna bu sözümi eyle güher

Deynden pek sakın ey cân-ı peder (Nâbî, s. 107, M. 718)

Duyduğun söze çok güvenme; değerli gibi görünen sözler bile sana zarar verebilir, ey babanın canı, sakın!

Nâbî, dürüstlüğü yalnızca söz düzeyinde değil; ekonomik ve toplumsal ilişkilerde de bir ahlak ilkesi olarak ele alır. Şair borçlanmaktan sakınmayı öğütlerken aslında mali dürüstlüğün önemine dikkat çeker. Şair, borcun sadece maddi değil; ahlaki bir yük oluşturduğunu, insanın özgürlüğünü, onurunu ve güvenilirliğini zedelediğini vurgular. Bu anlayış, Maarif Modeli'nde yer alan "dürüstlük" ve "sorumluluk" değerleriyle örtüşür; bireyin hem kendine hem topluma karşı mali şeffaflık içinde yaşaması gerektiğini ima eder.

Âdemi deyn diger-gûn eyler

Ger Felâtun ise Mecnûn eyler (Nâbî, s. 107, M. 719)

İnsanın borçlanıp durduğu günleri görürsün, oysa Felâtun (uçarı kişi) de olsa Mecnûnlaşır.

Nâbî yukarıdaki beytinde, borcun insanın karakterini değiştirdiği dile getirir. Nâbî, bilgiyle veya akılla övünen birinin bile borç karşısında zayıf düşeceğini söyler. Bu durum, insanın kendi sözünde, kararında ve ekonomik davranışında tutarlılığını yitirmesi anlamına gelir. Dolayısıyla dürüstlük, yalnızca yalan söylememek değil; sözünde, borcunda ve ahdinde durmakla da ilgilidir.

Virme bî-rehn sakın kimseye mâl

Ki olur sonra mü'eddî-i cidâl (Nâbî, s. 108, M. 731)

Rehin vermeden kimseye mal verme, çünkü sonra çatışmanın aracı olan adaletli biri haline gelirsin.

Nâbî yukarıdaki beytinde, adaletli bir alışverişin önemini vurgular. Güven duygusunun kötüye kullanılmaması, toplumda dürüstlüğün korunması için şarttır. Şair burada ekonomik ilişkilerdeki adaleti ve temkinli davranışı öğütleyerek dürüstlüğün yalnızca bireysel değil, toplumsal bir değer olduğunu da gösterir.

Yukarıdaki beyitlerde Nâbî; oğluna dürüstlük, ölçülülük ve mali temkin üzerine kurulu bir hayat öğütler. "Şairin "borç almamak" yönündeki tavsiyesi, yalnızca ekonomik bir tedbir değil; aynı zamanda ahlaki bir duruş olarak değerlendirilmelidir. Çünkü borç, bireyi hem maddi bağımlılığa hem de manevi esarete sürükler; alacaklı karşısındaki minnet duygusu kişinin özgürlüğünü ve doğruluk ilkesine bağlılığını zedeler. Nâbî'ye göre borç, insanın karakterini değiştirecek kadar güçlüdür; bilgi ve akılla övünenler bile borç altında zayıf düşebilir. Rehin olmadan mal vermemeyi öğütleyerek ekonomik ilişkilerde adalet ve güvenin önemine dikkat çeker. Nâbî'nin bu eleştirisi, 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde tanımlanan dürüstlük değeriyle doğrudan örtüşür. Maarif Modeli'ne göre dürüstlük; söz, davranış ve niyet birliğini korumak, toplumsal güveni tesis etmek ve haksız kazançtan uzak durmak anlamına gelir. Nâbî de aynı şekilde borç, faiz, rüşvet üçgeninde sarsılan adalet anlayışını eleştirerek bireysel çıkar uğruna doğruluktan sapmanın hem toplumsal düzeni hem de vicdani dengeyi yıktığını vurgular. Bu yönüyle Hayriyye, dürüstlüğün yalnızca bireysel bir erdem değil; toplumsal bir sorumluluk ve adaletin temeli olduğunu gösteren erken bir maarifî bilinç metni niteliğindedir.

6. Mahremiyet

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde mahremiyet, bireyin hem kendi hem başkalarının kişisel alan, özel yaşam ve bedensel gizlilik haklarına saygı göstermesini kapsar. Öğrenci, sosyal ve dijital ortamlarda kişisel bilgilerini korur; başkalarının özel alanını ihlal etmez; aile içi ve ortak kullanım alanlarında gizliliğe özen gösterir ve zorbalık durumlarında gerekli önlemleri alır (MEB, 2025, s. 135).

Varma gayrun evine bî-da'vet

Ola ammâ o da ehl-i hürmet (Nâbî, s. 96, M. 612)

(Ey oğul!) Başkasının evine davetsiz gitme, gitmen gerekirse bile o kişi hürmet edilmeye layık biri olmalıdır.

Nâbî yukarıdaki beyitte bireysel davranışlarda mahremiyet, saygı ve sınır bilinci üzerine önemli bir ahlak dersi verir. "Gayrun evine bî-da'vet varma" uyarısı, yalnız fiziksel mahremiyeti değil; başkalarının özel alanına izinsiz müdahale etmeme ilkesini de kapsar. Şair, toplumsal ilişkilerde edep, görgü ve saygının korunmasını öğütlerken "ehl-i hürmet" ifadesiyle de ziyaretin ancak saygı çerçevesinde, gönül rızasıyla yapılabileceğini belirtir. Bu, bireyin hem kendi sınırını hem de başkasının özel alanını koruma sorumluluğuna işaret eder.

Bu anlayış, Maarif Modeli'nin "mahremiyet, saygı, nezaket ve sorumluluk" değerleriyle doğrudan örtüşür. Modelde mahremiyet yalnızca bedensel değil, aynı zamanda manevi ve sosyal bir saygı bilinci olarak ele alınır. Böylece beyit, hem sosyal ahlakın hem de modern eğitimdeki kişisel haklara saygı anlayışının erken bir ifadesi hâline gelir.

7. Merhamet

Merhamet; acıma, birini esirgeme, şefkat gösterme ve koruma (Devellioğlu, 1998, s. 621) gibi manalara gelir.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne göre merhamet, insanlara ve diğer canlılara karşı vicdanlı, şefkatli, sevgi dolu, duyarlı ve sorumlu olmayı ifade eder. Birey, öz eleştiri yaparak davranışlarını düzeltir; ahlaki değer ve ilkelere bağlı kalır; insanlara adil ve anlayışlı davranır; haksızlıklar karşısında haklıyı savunur. Modelde merhamet, aile, arkadaş ve toplumsal ilişkilerde sevecen ve sabırlı olmayı, özel gereksinimli bireylere duyarlılık göstermeyi, affetmeyi ve doğadaki tüm canlıların yaşam haklarını korumayı kapsar. Ayrıca merhamet, dini açıdan da Allah'a kulluk bilinciyle insanlara ve canlılara iyilik yapmayı, yaratılmışlara şefkat göstermeyi ve Allah rızasını gözetmeyi içerir (MEB, 2025, s. 136).

Akçedür matlabı hep hükkâmun

N'eylesün merhametün İslâmun (Nâbî, s. 110, M. 750)

Yöneticilerin bütün derdi (düşüncesi) paradır, İslam'ın merhametini ne yapsınlar ki?

Nâbî yukarıdaki beyitte, adaletin ve yöneticiliğin temelinde olması gereken merhamet duygusunun çıkar hırsı yüzünden zedelendiğini eleştirir. "Akçe" (para) sözcüğüyle dünyevi menfaate, "merhamet" kelimesiyle ise ilahi adaletin ve vicdanın temsilcisi olan bir değere dikkat çeker. Şair, hakimlerin adalet yerine maddi kazancı öncelemesini, İslam'ın öngördüğü merhamet anlayışına aykırı bir tutum olarak görür. Beyitteki "N'eylesün merhametün İslâmun" ifadesi, bu yozlaşma karşısında merhametin çaresiz kalışını dile getiren sarsıcı bir sorudur; Nâbî burada toplumun vicdanını harekete geçirmek ister.

Bu düşünce, Maarif Modeli'nin "merhamet" değerinin eğitimin merkezinde yer alması gerektiği ilkesine tam olarak karşılık gelir. Modelde merhamet, yalnızca duygusal bir yumuşaklık değil; adaletle birleşen bir vicdan eğitimi olarak tanımlanır. Böylece beyit, hem bir toplumsal eleştiri hem de merhametin toplumun ruhunu yaşatan bir erdem olduğuna dair evrensel bir öğüt niteliği taşır.

8. Mütevazılık

Mütevazı; alçak gönüllü, kibirsiz, gösterişsiz, tevazu gösteren (Devellioğlu, 1998, s. 786) gibi manalara gelir.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne göre mütevazılık; bireyin kendini tanıması, zayıf ve güçlü yönlerini bilmesi ve başarılarını üstünlük aracı olarak kullanmamasıdır. Mütevazı kişi, kibirden uzak, sadeliği tercih eden, başkalarına karşı sabırlı, anlayışlı ve duyarlı olur; eleştiriye ve farklı görüşlere açık davranır, çevresindekilerin olumlu yönlerini takdir eder ve sosyal ilişkilerde uyumlu ve ön yargısız hareket eder (MEB, 2025, s. 136).

İtme erbâb-ı tekebbürle suhan

Ol gürîzân mütekebbirlerden (Nâbî, s. 92 M. 568)

Büyüklenen kişilerle oturup konuşma, bu tip kişilerden daima kaçın.

Nâbî yukarıdaki beyitte, tevazu ve alçak gönüllülük erdemini kibir ve gururla karşılaştırarak öğretici bir tavır sergiler. "Erbâb-ı tekebbür" ifadesi, kendini üstün gören, başkalarını küçümseyen insanları tanımlar. Şair, bu tür kişilerle konuşmanın bile kişiye zarar vereceğini; dolayısıyla insanın nefsini korumak ve karakterini yüceltmek için kibirden uzak durması gerektiğini öğütler. Bu yaklaşım, Nâbî'nin genel ahlak anlayışında olduğu gibi bireyin içsel olgunluğunu ve edebini koruma üzerine kuruludur.

Bu düşünce, Maarif Modeli'nin "mütevazılık, saygı, benlik farkındalığı ve erdemli iletişim" değerleriyle tamamen örtüşür. Modelde tevazu, bireyin hem kendi sınırlarını bilmesi hem de başkalarının değerini takdir etmesi anlamına gelir. Nâbî'nin bu beyti, tevazünün pasif bir duruş değil; bilinçli bir seçim olduğunu gösterir: Kişi kibirli insanlardan uzak durarak aslında nefsini eğitir ve ahlaki olgunluk kazanır. Böylece şair, insan ilişkilerinde tevazuyu, hem iç huzurun hem de toplumsal barışın temeli olarak yüceltir.

Hem-nişîn olmak olursa nâ-çâr

Sen ana eyle tevâzu' izhâr (Nâbî, s. 92 M. 569)

Eğer onlarla bir arada bulunmak kaçınılmaz olursa artık çaresiz sen ona karşı tevazu göster.

Nâbî yukarıdaki beyitte, zorunlu olarak kibirli kimselerle bir araya gelindiğinde bile tevazu göstermenin önemini vurgular. Şair burada, mütevazılığın yalnızca uygun ortamlarda değil; her durumda korunması gereken bir karakter özelliği olduğunu belirtir. Bu yaklaşım, mütevazılığın pasif bir boyun eğme değil; ahlaki olgunluğun ve karakter terbiyesinin bir göstergesi olduğunu ortaya koyar.

Maarif Modeli açısından bu beyit, bireyin benlik terbiyesi ve sosyal olgunluk kazanımına örnek teşkil eder. Modelde tevazu; başkalarını küçük görmemek, sabırla ve saygıyla davranmak, her insanın değerli olduğunu bilmek anlamına gelir. Nâbî'nin öğüdü de bu anlayışla örtüşür; çünkü gerçek olgunluk, kişinin kibir karşısında dahi nezaketini ve erdemini koruyabilmesidir. Dolayısıyla Nâbî'nin mütevazılık anlayışı, Maarif Modeli'nin "değer temelli eğitim" yaklaşımıyla birleşir. Tevazu; empati, adalet, sabır ve saygı gibi diğer değerlerin de zeminini oluşturur. Bilgiyle birlikte tevazu gelişmezse insanın kemali eksik kalır. Nâbî'nin çağrısı, bugün de eğitimin asıl amacının sadece bilgi kazandırmak değil; kibirden arınmış, erdemli, olgun ve insan merkezli bireyler yetiştirmek olduğunu hatırlatır. Ayrıca bireyin hem kendi iç dünyasında hem de toplumsal ilişkilerinde alçak gönüllülüğü bir yaşam ilkesi hâline getirmesi gerektiğini öğreten evrensel bir mesaj taşır.

9. Sabır

Sabır; dayanma, dayanıklılık, şikâyetçi olmamak, sızlanmamak, yakınmamak ve Allah'ın inayetini istemek ve sabrın sonunun selamet olması (Uludağ, 2012, s. 302) gibi manalara gelir.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne göre sabır; bireyin zorluklar karşısında metanetli, çözüm odaklı ve olumlu bakış açısıyla hareket etmesini ifade eder. Birey, sorunların geçici olduğunu fark eder; değiştirebileceği ve değiştiremeyeceği durumları ayırt eder; olumsuzlukları öğrenme fırsatı olarak görür ve duygularını kontrol ederek istikrarlı davranır**.** Dini açıdan sabır, Allah'ın isimlerinden biri olan "Sabır" ile bağlantılıdır; kişi, Allah'a güvenerek ve O'nun rızasını gözeterek sıkıntılar karşısında dayanır, sabrı ibadet ve kulluk bilinciyle bütünleştirir. Sabır, yalnızca kişisel direnç değil; toplumsal düzene katkı sağlayan bilinçli ve erdemli bir davranış biçimidir (MEB, 2025, s. 138).

Sabr esmâ-i İlâhî'dendür.

Hikem-i nâ-mütenâhîdendür (Nâbî, s. 140 M. 1042)

Sabır, Allah'ın güzel isimlerindendir; ayrıca sonsuz hikmetlerin (ilâhî sırların, derin anlamların) kaynağındandır.

Yukarıdaki beyit, Hayriyye'deki ahlaki olgunluk ve tevekkül temasını yansıtan derin bir öğüttür. Nâbî burada, sabrın sadece bir ahlaki erdem değil; ilâhî bir nitelik olduğunu vurgular. Sabreden insan, Allah'ın bir sıfatını yansıtır; çünkü sabır, sonsuz hikmetlerin kapısını açan bir anahtar gibidir. Sabır, Allah'ın sıfatlarından biri olduğu için, sabreden kişi ilahi ahlakı kendinde yaşatır. Şair, sabrın ardında sonsuz hikmetler bulunduğunu söyleyerek her sıkıntının aslında kişiyi olgunlaştıran bir imtihan olduğunu ima eder.

Maarif Modeli bağlamında bu beyit bireyin kendini yönetme, irade kontrolü ve manevi derinlik kazanımına yöneliktir. Modelde sabır, öğrenme süreçlerinde kararlılığı, toplumsal ilişkilerde ise olgunluğu temsil eder. Nâbî'nin anlayışıyla birleştiğinde sabır, yalnızca bir bekleyiş değil; bilinçli, hikmetli ve olgun bir duruş haline gelir. Bu yönüyle sabır, hem ahlaki hem de eğitimsel açıdan bireyin içsel kemalini besleyen en önemli değerlerden biridir.

Sabrdur 'ukde-güşâ-yı her kâr

İrişür sabr ile subha şeb-i târ (Nâbî, s. 140 M. 1044)

Her işin düğümünü çözen şey sabırdır; (zira) sabırla, en karanlık gece bile sabaha kavuşur.

Nâbî yukarıdaki beyitte sabrı, her güçlüğün çözüm anahtarı olarak tanımlar. "Her işin düğümünü çözen odur." derken sabrın hem maddi hem manevi sıkıntılarda insana yol gösterdiğini anlatır. "Karanlık gecelerin sabırla sabaha ulaşması" ise sabrın sonunda mutlaka aydınlık, huzur ve başarı doğacağını simgeler. Bu beyitte sabır, pasif bir bekleyiş değil; sebat ve tevekkülle olgunlaşan bir irade gücü olarak görülür.

Maarif Modeli açısından beyit kararlılık, dayanıklılık ve umut değerleriyle örtüşür. Modelde sabır; bireyin zorluklar karşısında yılmadan, sürecin öğreticiliğine güvenerek ilerlemesi anlamına gelir. Nâbî'nin öğüdü, eğitimin sadece bilgi aktarmakla kalmayıp öğrencinin karakterini inşa eden bir sabır terbiyesi olduğunu hatırlatır. Çünkü tıpkı geceyle sabah arasındaki geçiş gibi, insan da sabırla karanlıktan aydınlığa, eksiklikten olgunluğa ulaşır.

10. Sevgi

Sevgi, Maarif Modeli kapsamında insanları farklılıklarıyla kabul etmeyi, sosyal ilişkilerde duygusal dengeyi korumayı, sorunları sağduyu ile çözmeyi, insanlarla ve doğayla barışık bir şekilde yaşamayı kapsar. Ayrıca, dünya barışının temelinde sevginin önemini bilmek, başkalarının duygularına ortak olmak ve insanları anlamak da sevgi değerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu modelde vefa, sadakat, özveri ve misafirperverlik gibi değerler öne çıkar ve tüm bu unsurlar, bireyin hem kendisiyle hem de toplumsal çevresiyle sağlıklı ilişkiler kurmasına olanak tanır. Sevgi, toplumda huzur ve dayanışma ortamının oluşmasına katkı sağlar (MEB, 2025, s. 140).

Hânene her kim olursa mihmân

Eyle mümkin olanı zîver-i hân (Nâbî, s. 60 M. 256)

Evinize kim misafir olursa olsun; elinizden geldiğince sofranızı, evinizi güzelleştirip ona ikramda bulun.

Yukarıdaki beyitte Nâbî, insan sevgisinin bir yansıması olarak misafirperverliği öğütler. Misafiri ağırlamak, sadece gelen kişiye değil; insana duyulan saygının ve sevginin göstergesidir. Maarif Modeli'nde "sevgi değeri", bireyin diğer insanlarla saygı, hoşgörü ve paylaşım temelli ilişkiler kurmasını hedefler. Nâbî de aynı anlayışla misafire değer vermeyi, sevgiyi davranışa dönüştürmenin bir biçimi olarak sunar.

Lâyık-ı kadri kadar ta'ẓîm it

Şân-ı şâyestesine tekrîm it (Nâbî, s. 60 M. 257)

Misafiri değerine göre say, ona layık olduğu şekilde hürmet ve ikramda bulun.

Yukarıdaki beyitte Nâbî, sevgiyi saygı temeliyle birleştirir. Gerçek sevgi, insanın değerini bilmek ve ona layık davranmaktır. Maarif Modeli'nin sevgi değeri de bireyde bu farkındalık temelli sevgi anlayışını geliştirmeyi amaçlar. Sevgi, ölçüsüz bir duygusallık değil; bilgece, saygıya dayalı bir insan ilişkisidir.

Sukalâdansa bile sabr eyle

Hâtırın bir söz ile cebr eyle (Nâbî, s. 60 M. 258)

Misafir kaba saba biri bile olsa sabırlı ol, gönlünü hoş edecek bir sözle onu incitmeden idare et.

Yukarıdaki beyit, sevginin sabırla bütünleştiği bir öğretidir. Nâbî'ye göre sevgi, sadece iyilerle iyi geçinmek değil; zor insanlar karşısında da nezaketini koruyabilmektir. Maarif Modeli'nde bu anlayış, "sevgi" değerinin alt boyutu olan empati, hoşgörü ve nezaket ilkeleriyle örtüşür. Gerçek sevgi, insanın olgunluğunu sınayan sabırla görünür hâle gelir.

Eyleme hasret ile çeşmini mîg

Hâceti mümkin ise itme dirîg (Nâbî, s. 60 M. 259)

Misafiri hasretle gözyaşına boğma, isteğini karşılamak elindeyse onu geri çevirme.

Yukarıdaki beyitte Nâbî, sevgiyi cömertlik ve duyarlılıkla somutlaştırır. Misafirin isteğini yerine getirmek, yalnızca bir ikram değil; onun gönlünü hoş etmenin, insana değer vermenin bir ifadesidir. Maarif Modeli'nde sevgi, başkasının mutluluğunu gözeten, paylaşmayı bilen bir tutum olarak tanımlanır. Nâbî'nin öğüdü de aynı biçimde sevginin eyleme dönüşen biçimini yani iyilik yapma sorumluluğunu yansıtır.

11. Sorumluluk

Maarif Modeli'nde sorumluluk değeri; bireyin kendine özen göstermesi, kararlarını bilinçle alması, güvenli davranması ve aldığı kararların sorumluluğunu üstlenmesiyle başlar. Topluma karşı görevlerinde yardımlaşmak, kamu mallarını korumak, vatandaşlık görevlerini yerine getirmek ve olağanüstü durumlarda dayanışma göstermek önemlidir. Birey, millî ve manevi değerlere bağlı kalarak başkalarının hakkına el uzatmamanın temel bir ahlaki sorumluluk olduğunu bilir. Görev bilinci ise verilen işleri zamanında yapmak, hataları telafi etmek ve duygu ile davranışlarının sorumluluğunu taşımak şeklinde ortaya çıkar (MEB, 2025, s. 141).

Yetim; yalnız, tek, babası veya hem babası hem anası ölmüş çocuk (Devellioğlu, 1998, s. 1161) manalarına gelir. İslamiyet'te yetimlere sahip çıkmak ve onların haklarını gözetmek güçlü bir şekilde vurgulanmıştır. Kur'an-ı Kerim'de Bakara suresinin 177. ayetinde; yüreğinde dünya

malına karşı bir sevgi bulunsa bile sırf Allah'ın hoşnutluğunu kazanmak için elindekinin bir kısmını yakınlarına, yetimlere, yoksullara, yolculukta kalmışlara ve yardım isteyenlere gönülden vererek paylaşır (Kısa, 2022, s. 35).
Nâbî, bu konuda şu ikazda bulunmuştur:

Olma dendân-zen-i emvâl-i yetîm

İtdi nehy anı Hudâvend-i hakîm (Nâbî, s. 160 M. 1239)

Yetimin malına göz dikme; çünkü kerem sahibi ve bilge olan Allah, böyle bir davranışı yasaklamıştır.

Şair yukarıdaki beyitte bireyin hem ahlaki hem toplumsal yükümlülüklerine dikkat çeken güçlü bir öğüt niteliği taşır. Şair, bilge olan Allah'ın yetim malına el uzatmayı yasakladığını hatırlatarak insanın başkalarının hakkına saygı göstermesi gerektiğini vurgular. Bu beyitteki temel amaç; bireye adalet, merhamet ve kul hakkı bilinci kazandırmaktır. Nâbî, bu yönüyle sorumluluğu yalnızca kişisel bir görev olarak değil; toplumsal düzenin ve ilahi adaletin bir gereği olarak ele alır. Nâbî, bireyin başkasına ait olan mal veya hak üzerinde tasarruf etmesinin, yalnızca adaletsizlik değil; aynı zamanda toplumsal vicdanın zedelenmesi anlamına geldiğini vurgular. Burada sorumluluk, hem bireysel hem de toplumsal boyutuyla ele alınmıştır: Birey, Allah'ın emrine uyarak hem kendi vicdanına hem de toplumun zayıf kesimlerine karşı adil davranmakla yükümlüdür. Dolayısıyla bu beyitte Nâbî, sorumluluğu inanç, vicdan ve adalet ekseninde bütünleştirerek hem bireysel ahlakı hem de toplumsal düzeni koruyan bir değer olarak temellendirir. Şairin öğüdü, günümüz eğitim anlayışında olduğu gibi dürüstlükle birleşen vicdanlı bir sorumluluk bilincine çağrıdır.

Bu anlayış, 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde tanımlanan "sorumluluk" değeriyle doğrudan örtüşür. Modelde sorumluluk; empati, adalet ve toplumsal bilinç ilkeleriyle birlikte ele alınır. Nâbî'nin öğüdü de tam olarak bu yönüyle çağlar üstü bir mesaj taşır: Güçlü olan, zayıfın hakkını korumakla yükümlüdür. Böylece, Maarif Modeli'nin öngördüğü şekilde, insanın eylemlerinin sonuçlarından haberdar, vicdani duyarlılığa sahip ve emanete riayet eden bir birey olarak yetişmesi hedeflenir.

12. Temizlik

Maarif Modeli'nde temizlik, hem maddi hem de manevi boyutuyla ele alınır. Birey; kişisel bakımına özen gösterir, temizliğin sağlık ve sosyal ilişkiler için önemini bilir ve bulunduğu ortamın düzenli olmasına dikkat eder. Çevre temizliği konusunda sorumluluk alarak doğal kaynakları korur, atık yönetimine katkı sağlar ve davranışlarının çevre üzerindeki etkisini fark eder. Tüm bunların yanında, manevi temizliğin iyi niyet, dürüstlük ve kalp huzuruyla ilişkili olduğunu bilerek hem çevresini hem iç dünyasını temiz tutmaya gayret eder (MEB, 2025, s. 143).

Pâklük gerçi güzeldür ammâ

Çirkden pâk ola egnünde kabâ (Nâbî, s. 105, M. 700)

Temizlik elbette güzeldir; ama esas olan, kirden (pislikten) ruhun da arınmasıdır.

Nâbî, temizlik kavramını yalnızca bedensel bir davranış olarak değil; manevi bir arınma biçimi olarak ele alır. Ona göre dış görünüşün temiz olması elbette önemlidir; ancak asıl temizlik, insanın kalbinde, niyetinde ve davranışlarında gerçekleşmelidir. Şair kişinin ruhunu kibir,

riyakârlık ve günah gibi kirlerden arındırması gerektiğini vurgular. Bu anlayış, 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde yer alan "temizlik" ve "öz denetim" değerleriyle doğrudan örtüşür. Modelde temizlik, fiziksel, zihinsel ve ahlaki bir bütünlük içinde değerlendirilir. Nâbî'nin yaklaşımı da insanın hem beden hem ruh temizliğini koruyarak içsel olgunluğa ulaşması gerektiğini öğütler. Böylece temizlik, yalnızca dış görünüşle sınırlı olmayan, ahlaki bir sorumluluk ve erdem olarak anlam kazanır.

13. Yardımseverlik

Kur'an-ı Kerim'de Bakara suresinin 215. ayetinde; harcayacağınız mallar, öncelikle ana-baba ve akrabalar olmak üzere, yetimler, yoksullar ve muhtaçlar için olmalıdır. Bu nedenle "az ya da çok" diye düşünmeden, elinizden geldiğince iyilik yapın (Bakırcı, 2025, s. 39).
Maarif Modeli'ne göre yardımseverlik, bireyin sahip olduğu maddi ve manevi imkânları ihtiyaç sahipleriyle paylaşması, yardım yapacağı kişileri doğru bir şekilde tespit etmesi ve onların mahremiyetine özen göstermesiyle ortaya çıkar. Yapılan iyilikler; gösterişten uzak, gönüllü ve mümkün olduğunca gizli tutulur. Birey, yardım ederken hem toplumsal dayanışmayı güçlendirmeyi hem de insanlara gerçek anlamda fayda sağlamayı amaçlar. Bu yaklaşım, millî ve manevi değerlerle uyumlu bir şekilde, toplumun birlik ve beraberliğine katkı sunar (MEB, 2025, s. 145).

Eyle mahfî idicek ihsânı

Hazret-i Hak bile ancak anı (Nâbî, s. 61 M. 268)

Yaptığın iyiliği gizli tut, onu yalnızca Allah bilsin.

Nâbî yukarıdaki beyitte, yardımseverliğin gösterişten uzak ve samimi bir niyetle yapılması gerektiğini vurgular. Gerçek yardım, başkalarına gösterilmek için değil; Allah rızası için yapılmalıdır. Şair, gizli yapılan iyiliğin değerini yüceltirken riyadan (gösterişten) uzak durmayı öğütler.

Maarif Modeli bağlamında bu beyit; içtenlik, samimiyet ve ahlaki bilinç değerlerini destekler. Modelde yardımseverlik, yalnızca maddi paylaşım değil; gönüllü bir sorumluluk, empati ve vicdan gelişimi olarak görülür. Nâbî'nin öğüdü, bireyin iyiliği bir "erdem davranışı" olarak içselleştirmesi gerektiğini anlatır.

İmtinân ile sakın itme 'itâb

Sen utan tâ ol ide ref'-i hicâb (Nâbî, s. 61 M. 269)

Yardım ettiğinde başa kakma, azarlama; utanmayı sen yaşa ki o kişi sıkılmasın.

Yukarıdaki beyitte Nâbî, yardımın nezaket ve incelikle yapılması gerektiğini öğütler. Yardımın ardından minnet duygusu uyandırmak veya karşıdakini utandırmak, iyiliğin özünü bozar. Şair, "sen utan" ifadesiyle yardım edenin alçak gönüllü ve saygılı olması gerektiğini belirtir.

Maarif Modeli açısından bu beyit saygı, nezaket ve empati değerleriyle doğrudan örtüşür. Modelde önemli olan, yardımın sonucunda karşıdakinin onurunun korunmasıdır. Nâbî'nin anlayışı, bireyin sadece veren değil; karşısındakinin duygularını gözeten bir erdem insanı olmasını amaçlar.

İstemekden niceler şerm eyler

Müstahakkın ara bul sen gönder (Nâbî, s. 62, M. 271)

Nice insanlar istemekten utanır, sen ihtiyacı olanı bul ve yardımını ona gönder.

Nâbî yukarıdaki beyitte, yardımseverliğin aktif bir sorumluluk bilinci gerektirdiğini ifade eder. Gerçek iyilik, sadece isteyene değil; ihtiyacı olduğu halde istemekten utanan kişiye ulaşmaktır. Şair, bu şekilde yapılan yardımın daha kıymetli ve anlamlı olduğunu belirtir.

Maarif Modeli bağlamında beyit, bireyin toplumsal farkındalık, duyarlılık ve gönüllülük yönlerini güçlendirir. Modelde yardımseverlik, toplumsal dayanışmayı artıran ve insanı insan yapan bir değerdir. Nâbî'nin öğüdü, bireyin çevresine duyarlı olmasını, sessiz ihtiyaçları fark edip gizli bir iyilik eli olmasını öğütler.

SONUÇ

Nâbî'nin Hayriyye adlı eseri, bireyin ahlaki olgunluğa erişmesini merkeze alan didaktik bir anlayışla kaleme alınmıştır. Şair, oğluna öğüt verirken aslında toplumun değerler dünyasına seslenmiş; bireyin iç dünyasından başlayarak toplumsal düzenin temellerine uzanan bir ahlak anlayışı ortaya koymuştur. Bu yönüyle Hayriyye, Millî Eğitim Bakanlığı'nın geliştirdiği Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin "Erdem–Değer–Eylem" çerçevesiyle büyük ölçüde örtüşmektedir. Eserde dürüstlük, sabır, merhamet, çalışkanlık, sevgi, yardımseverlik gibi pek çok değer, modelin hedeflediği erdemli insan tipinin tarihî bir yansıması olarak karşımıza çıkar.

Nâbî'nin Hayriyye'si yalnızca bir baba nasihati değil; ahlak, fazilet ve insan terbiyesi üzerine inşa edilmiş bir değerler külliyatıdır. Şair, bireyin kendini tanıması, içsel olgunluğa ulaşması ve topluma faydalı bir insan hâline gelmesini hedefler. Bu yönüyle eser, 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin bireyi bilgi kadar erdemle donatma anlayışıyla tam bir paralellik taşır.

Şair, insanın ahlaki olgunluğunu çok boyutlu bir bütünlük içinde ele alır; aile bütünlüğüyle başlayıp sevgiyle tamamlanan bir değer zinciri kurar. Onun öğütleri, bireyin iç dünyasını düzenlerken toplumsal uyumu da gözetir. Bu nedenle Hayriyye, hem klasik bir ahlak kitabı hem de çağdaş eğitim anlayışına ışık tutan bir "maarif manifestosu" olarak değerlendirilebilir.

Aile bütünlüğü, şairin ahlak öğretisinin merkezindedir. Oğluna hitap ederek aileyi sevgi, terbiye ve ahlakın ilk mektebi olarak gösterir. Nâbî, babalık görevini sadece kan bağıyla değil; değer aktarımıyla tanımlar. Aile; sevginin, saygının ve sorumluluğun ilk kez öğrenildiği yerdir. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin toplumsal dayanışma ve sorumluluk ilkesi, bu anlayışla örtüşür. Şair bireyin ailesine, toplumuna ve kendine karşı görevlerini bilmesini ahlakın temeli sayar.

Nâbî'ye göre çalışkanlık, bireyin gayretini yalnız kendine değil; topluma da fayda sağlayacak biçimde yönlendirmesidir. Şairin ilme ve emeğe atfettiği değer, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin "öğrenen, düşünen ve üreten birey" anlayışıyla örtüşür. Nâbî, insanın kemale ancak sürekli çabayla ulaşabileceğini belirtir çünkü emek, insanın hem maddi hem manevi bakımdan olgunlaşmasının anahtarıdır. Ona göre çalışkanlık, kişinin kendi varlığını anlamlı ve faydalı kılmasıdır. Tembellik ise insanın potansiyelini ve zamanını boşa harcaması demektir. Yardımseverlik, emeğin toplumsal boyutunu temsil eder; güçlü olanın zayıfa el uzatması, sahip olduklarını paylaşması gerekir. Bu bakımdan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli de üretken, paylaşımcı ve sorumluluk bilinci gelişmiş bireylerin yetişmesini hedefleyerek Nâbî'nin anlayışıyla ortak bir değer zemini oluşturur.

Nâbî'nin eserinde dostluk, duyarlılık ve merhamet gibi değerler, insan ilişkilerinde nezaket ve empatiyi esas alan bir ahlak anlayışıyla bütünleşir. Şair, komşuluk hakkını gözetmeyi, düşmanlık yerine sabrı; gösterişten uzak iyiliği ve tevazuyu benimsemeyi öğütler. Bu yaklaşım, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin toplumsal duyarlılığı ve etik davranışı önceleyen yönüyle doğrudan paralellik gösterir. Mahremiyet, mütevazılık ve dürüstlük gibi ilkeler ise bireyin iç dünyasında ahlaki olgunluğu ve özdenetimi güçlendiren temel unsurlar olarak öne çıkar.

Nâbî'ye göre insan; başkasının özel alanına saygı duymalı, yalandan sakınmalı ve tevazusunu bilgiyle desteklemelidir. Şair, misafire gösterilen saygının insan onuruyla doğrudan ilişkili olduğunu vurgular; "Evin kapısı, kalbin aynasıdır." anlayışıyla misafire ikramı bir erdem olarak görür. Dostlukta samimiyet, vefa ve nezaket başlıca ölçütlerdir çünkü doğru dost, insanın aynasıdır ve ahlakın da göstergesidir. Nâbî'nin duyarlılık anlayışı, merhamet ve empatiyle birleşerek insan ilişkilerinde içtenliği ve saygıyı merkeze alır. Bu yönüyle onun düşüncesi, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin toplumsal empatiyi, etik davranışı ve insan onuruna dayalı bir yaşam biçimini teşvik eden yaklaşımıyla tam bir uyum içindedir.

Sevgi, Nâbî'nin değer sisteminin kalbidir. O, sevgiyi insanı kemale ulaştıran bir ruh hâli olarak yorumlar. Sevgi, hem Tanrı'ya yönelmiş bir teslimiyet hem de insana gösterilen saygının temelidir. Mahremiyet ise bireyin hem kendi sınırlarını bilmesi hem de başkasının alanına saygı göstermesidir. Şair, mahremiyeti nezaketin bir göstergesi olarak değerlendirir. Temizlik ise yalnızca bedensel değil, ruhsal bir arınmadır. Nâbî, dış görünüşteki temizliği iç dünyadaki safiyetle birleştirir; bu, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin "bütüncül insan" idealine denk düşer.

Nâbî'ye göre sabır, insanın hem bireysel olgunlaşmasında hem de toplumsal uyumun sağlanmasında temel bir erdemdir. Şair, sabrı zorluklar karşısında pasif bir bekleyiş olarak değil; insanın nefsini terbiye etmesini ve olgunlaşmasını sağlayan aktif bir iç disiplin olarak yorumlar. Ona göre sabır; insanın iradesini güçlendirir, öfkesini denetim altına alır ve aklıyla hareket etmesini sağlar. Bu yönüyle sabır, bireyin içsel dengesiyle toplumsal huzur arasında köprü kurar. Nâbî'nin sabır anlayışı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin "duyarlılık" ve "özdenetim" ilkeleriyle örtüşür. Çünkü sabırlı birey, hem kendi sınırlarını bilir hem de başkalarına karşı anlayışlı ve ölçülü davranır. Bu bakımdan sabır, sadece kişisel bir meziyet değil; aynı zamanda toplumsal ilişkilerde saygı ve empatiyi güçlendiren bir değer olarak Nâbî'nin ahlak anlayışında merkezi bir konumda yer alır.

Sonuç olarak Hayriyye, klasik edebiyatın didaktik mirasını günümüz eğitim anlayışıyla buluşturan bir köprü niteliği taşımaktadır. Nâbî'nin ahlak merkezli dünya görüşü, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin hedeflediği erdemli, duyarlı, sorumluluk sahibi birey idealini asırlar öncesinden dile getirmiştir. Nâbî'ye göre eğitim, yalnızca bilgi aktarımı değil; insanı insan yapan değerlerin öğretilmesidir. Bu yönüyle Hayriyye, çağdaş değer eğitimine tarihsel bir derinlik ve kültürel kök kazandıran örnek bir eserdir. Bu çerçevede, Nâbî'nin Hayriyye'sinin eğitimde değer öğretimi materyali olarak değerlendirilmesi, lise ve lisans düzeyindeki derslerde Türk düşünce geleneğiyle ilişkilendirilerek okutulması önerilebilir. Böylelikle öğrenciler, hem dil ve edebiyat bilinci kazanacak hem de millî ve ahlaki değerleri klasik bir metin üzerinden içselleştirme fırsatı bulacaklardır.

KAYNAKÇA

Bakırcı, S. (2025). *Açıklamalı Meâl*. Konya: Sebat Ofset Matbaacılık.

Devellioğlu, F. (1998). *Osmanlıca-Türkçe Ansiklopedik Lûgat.* Ankara: Aydın Kitabevi Yayınları.

Kaplan, M. (2019). *Nâbî Hayriyye*. Ankara: Kütüphaneler ve Yayımlar Genel Müdürlüğü.

Kısa, M. (2022). *Kısa Açıklamalı Kur'an-ı Kerim Meali*. Konya: Sebat Ofset Matbacılık.

MEB (Millî Eğitim Bakanlığı) (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli: Temel Eğitimden Ortaöğretime Örneklerle*. Ankara: MEB Yayınları.

MEB (Millî Eğitim Bakanlığı) (2025). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli: Öğretim Programları Ortak Metni*. Ankara: MEB Yayınları.

Omran, A. R. (1995). *İslam Kültüründe Aile Planlaması*. Ankara: DİB Yayınları.

Şentürk, A.A. (2019). *Osmanlı Şiir Klavuzu* (Cilt 3). İstanbul: DBY Yayınları.

Uludağ, S. (2012). *Tasavvuf Terimleri Sözlüğü*. Ankara: Kabalcı Yayınları.

9th INTERNATIONAL HALICH CONGRESS ON MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC RESEARCH

15.12.2025

9. Uluslararası HALİÇ MULTİDİSİPLİNER BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ 03-04 Aralık 2025 tarihinde İstanbul, Türkiye'de (çevrimiçi ve çevrimdışı) 26 farklı ülkenin akademisyen/araştırmacılarının katılımıyla gerçekleşmiştir. Kongre 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen "Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır." değişikliğine uygun düzenlenmiştir.
Bilgilerinize arz edilir,
Saygılarımla

Prof. Dr. Muhittin ELİAÇIK
Head of Congress

www.izdas.org/halic
istanbulconferences@gmail.com

Konu : Bilimsel Etkinlik Hk.
Sayı : AE-3 12.04.2025

İLGİLİ MAKAMA

10 Eylül 2024 tarihinde saat 13.30'da "Bilimsel Etkinlik Düzenlenmesi ve Görevlendirmeler" gündemi ile toplanan Yönetim Kurulumuz'un 2024/E2 sayılı kararı ile 3-4 Aralık 2025 tarihlerinde İstanbul'da

"Haliç 9. Uluslararası Multidisipliner Bilimsel Araştırmalar Kongresi" düzenlenmesine karar verilmiştir

İlgili kararın ifası için görevlendirilen düzenleme kurulu üyeleri unvan ve isimleri aşağıda belirtilmiş olup bilim ve danışma kurulunun düzenleme kurulu tarafından teşekkül ettirilmesi ile kongreye bizzat iştirak edecek düzenleme kurulu üyelerinin yolluk ve gündeliklerinin saymanlığımız tarafından ilgili harcama kaleminden ödenmesi

Arz rica olunur

Sefa Salih BİLDİRİCİ
Başkan Yardımcısı

Düzenleme Kurulu Üyeleri
Prof. Dr. Muhittin ELİAÇIK - Kongre Başkanı
Doç. Dr. Özlem ÜLGER - Düzenleme Kurulu Üyesi
Doç. Dr. Mirna FAVAZ - Düzenleme Kurulu Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Hayri YILDIRIM - Dicle Üniversitesi

https://www.izdas.org/halic

2018 yılında kurulan UBAK Uluslararası Bilimler Akademisi Derneği T.C. İçişleri Bakanlığı'nın 02.009.104 tescil numarası ile Tüzel Kişiliğe haiz olup "Bilimsel Alanda" faaliyetlerini sürdürmektedir.