

# AL-FARABI INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES - II

---

May 2-4, 2021  
"Nakhchivan" University, Azerbaijan

## *FULL TEXT BOOK*

ISBN  
978-625-7898-44-7

**Edited by**

Dr. Huseyn BAĞIRSOYLU

---

"Nakhchivan" University



**AL-FARABI  
INTERNATIONAL CONGRESS ON  
APPLIED SCIENCES - II**

May 2-4, 2021 / Baku, Azerbaijan

**CONGRESS  
FULL TEXT BOOK**

**Edited by**  
Dr. Huseyn BAĞIRSOYLU

All rights of this book belong to Farabi Publishing House.  
Without permission can't be duplicate or copied. Authors of  
chapters are responsible both ethically and juridically.

Issued: 08.05.2021

[WWW.IZDAS.ORG](http://WWW.IZDAS.ORG)

**ISBN**

978-625-7898-44-7

**"Nakhchivan" University**



**TITLE OF CONGRESS**

AL-FARABI

INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES - II

**DATE - PLACE**

May 2-4, 2021

**ORGANIZATION**

"Nakhchivan" University & IKSAD

**ORGANIZING COMMITTEE**

Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA

Prof. Dr. Hacer HÜSEYNOVA

Assoc. Prof. Dr. Ruslan ABDULLAYEV

Assoc. Prof. Dr. Gönül SAMEDOVA

Assoc. Prof. Dr. Ali HAŞİMOV

Assoc. Prof. Dr. Ramiz GASIMOV

Assoc. Prof. Dr. Hazar HÜSEYNOV

Dr. Mehman ŞABANOV

Dr. Zülfiyye İSMAYIL

Elvan CAFEROV

Anar ABUZERLI

Receb CAFERLİ

Naim CAHİDZADE

Yasin BABAZADE

Zakir MEMMEDOV

**TOTAL NUMBER OF PAPERS: 170**

THE NUMBER OF PAPERS BY FROM TURKEY: 73

OTHER COUNTRIES: 97

**COORDINATOR**

Aygul AGAYEVA

**EVALUATION PROCESS**

All applications have undergone a double-blind peer review process

**PARTICIPATING COUNTRIES**

Turkey, Azerbaijan, Kazakhstan, Morocco, Iran, Ukraine, Nigeria, Georgia, Moldova, Pakistan, Bulgaria, India, Algeria, France, Korea, Ethiopia, Lithuania, Iraq, Libya

## SCIENTIFIC COMMITTEE

- Prof. Dr. Nurlana ALİYEVA - "Nahçıvan" Üniversitesi Rektörü  
Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA - Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi  
Prof. Dr. Hacer HÜSEYNOVA - Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi  
Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK - Namık Kemal Üniversitesi  
Prof. Dr. A. Oğuz TANRIDAĞ - Üsküdar Üniversitesi  
Doç. Dr. Ruslan ABDULLAYEV - AMEA  
Doç. Dr. Gönül SAMEDOVA - Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi  
Doç. Dr. Ali HAŞIMOV - "Nahçıvan" Üniversitesi. Bölüm Başkanı.  
Doç. Dr. Ramiz GASIMOV - AMEA Nahçıvan Bölümü İncesenet, Dil ve Edebiyat Enstitüsü  
Doç. Dr. Hazar HÜSEYNOV - Nahçıvan Devlet Üniversitesi  
Doç. Dr. Aparna Srivastava, Noida International University  
Doç. Dr. Froilan D. Mobo, Philippine Merchant Marine Academy  
Doç. Dr. Umran TÜRKYILMAZ - Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi  
Doç. Dr. Muntazir MEHDI - National University of Modern Languages  
Doç. Dr. Murat EYVAZ - Gebze Teknik Üniversitesi  
Doç. Dr. Mehtap DÜZ - İnönü Üniversitesi  
Doç. Dr. Şuayip YÜZBAŞI - Akdeniz Üniversitesi  
Doç. Dr. Hülya BALKAYA - Atatürk Üniversitesi  
Doç. Dr. Kadir TURHAN - Yıldız Teknik Üniversitesi  
Doç. Dr. Emin ŞENGÜL - Atatürk Üniversitesi  
Doç. Dr. Betül APAYDIN YILDIRIM - Atatürk Üniversitesi  
Dr. Hüseyin BAĞIRSOYLU - "Nahçıvan" Üniversitesi Rektör Yardımcısı.  
Dr. Mehman ŞABANOV - "Nahçıvan" Üniversitesi. Genel Tarih Bölümü Başkanı.  
Dr. Gülşen MEHERREMOVA - Azerbaycan Diller Üniversitesi  
Dr. Aygün MEHERREMOVA - Bakü Devlet Üniversitesi  
Dr. Natalia POPKHADZE, Georgia  
Dr. Damezhan SADYKOVA, Devlet Pedagoji Üniversitesi  
Dr. Bekir TUFAN - Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Dr. Kerem Asmaz - Yıldız Teknik Üniversitesi  
Dr. Mehman ŞABANOV - "Nahçıvan" Üniversitesi. Genel Tarih Bölümü Başkanı  
Dr. Zülfiyye İSMAYIL - AMEA Nahçıvan Bölümü İncesenet, Dil ve Edebiyat Enstitüsü  
Dr. Serhan CANDEMİR - Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi İsmail TOPCU - Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Zafer Cengiz ER - Yozgat Bozok Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Cemal ADIGÜZEL - Atatürk Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hacer CANATAN - İstanbul Şişli Meslek Yüksekokulu

Dr. Öğr. Üyesi Burcu AKÇA - Ardahan Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Fatma BİRGİLİ - Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Cemalettin AYVAZOĞLU- Ardahan Üniversitesi

Dr. Öğr. Gör. Derviş ÖZTÜRK - Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Gör. Onur ERZURUM - Selçuk Üniversitesi



**AL-FARABI  
INTERNATIONAL CONGRESS ON  
APPLIED SCIENCES - II**  
**'NAKHCHIVAN' UNIVERSITY, AZERBAIJAN**  
**MAY 2-4, 2021**

**CONGRESS PROGRAM**



**Meeting ID: 827 4716 1293**  
**Passcode: 134299**

### **Önemli, Xahiş edirik diqqətlə oxuyasınız**

- ❖ Konfransımızda Yazı Qaydalarına uyğun göndərilmiş və elmi komissiyadan keçən məruzələr üçün online (video konfrans şəklində) çıxış imkanı veriləcəkdir.
- ❖ Online məruzə üçün <https://zoom.us/join> linki üzərindən daxil olaraq "Meeting ID or Personal Link Name" yerinə ID nömrəsinə daxil olaraq konfransa qoşula bilərsiniz.
- ❖ ZOOM tətbiqi pulsuzdur və yeni hesab açmağa ehtiyac yoxdur
- ❖ ZOOM tətbiqi qeydiyyatdan keçmədən istifadə edilə bilər
- ❖ Tətbiq planşet, telefon və kompüterlərdə mümkündür
- ❖ Hər iclasda məruzəçilər məruzə saatından 5 dəqiqə əvvəl konfransa bağlanmış olmaları lazımdır
- ❖ Bütün konfrans iştirakçıları canlı qoşularaq bütün məruzələri izləyə bilərlər.
- ❖ Moderator – iclasdakı çıxış və elmi diskussiyalar (sual-cavab) hissəsindən məsuldurlar

### **Nəzər Yetirilməsi Vaxib Olanlar – TEXNİKİ BİLGİLƏR**

- ◆ Kompüterlərinizdə mikrafon olduğuna və saz vəziyyətdə olmasına əmin olmalısınız.
- ◆ ZOOM-da ekran paylaşma xüsusiyyətini bacarmalısınız
- ◆ Qəbul edilən məqalə sahiblərinin mail adresinə ZOOM tətbiqindəki linkə aid ID nömrəsi göndəriləcəkdir.
- ◆ Sertifikatlar konfransdan sonra sizlərə PDF olaraq göndəriləcəkdir.
- ◆ Konfrans proqramında yer və saat dəyişikliyi kimi tələblər nəzərə alınmayacaqdır.

### **Önemli, Dikkətlə Okuyunuz Lütfən**

- ❖ Kongremizdə Yazım Kurallarına uyğun göndərilmiş və bilim kurulundan keçən bildirişlər üçün online (video konfrans sistemi üzərindən) sunum imkanı sağlanmışdır.
- ❖ Online sunum yapabilmək üçün <https://zoom.us/join> sitesi üzərindən giriş yaparak "Meeting ID or Personal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ❖ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ❖ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ❖ Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışıyor.
- ❖ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 5 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ❖ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ❖ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

### **Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER**

- ◆ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ◆ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ◆ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ◆ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir
- ◆ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

### **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, Seda BEYAZ**

# OPENING SPEECH

DATE: 02.05.2021

BAKU TIME: 10:30-11:00

ANKARA TIME: 09:30-10:00

**Mustafa Latif EMEK**

*Chairman of the Institute of Economic Development and Social Researches  
(IKSAD)*

*Conference Chairman*

**Prof. Dr. Nurlana ALIYEVA**

*Rector of "Nakhchivan" University*

*Chairman of the Organizing Committee*

**Dr. Huseyn BAĞIRSOYLU**

*Vice Rector of "Nakhchivan" University*



DATE: 02.05.2021

BAKU TIME: 11:00-13:30

ANKARA TIME: 10:00-12:30

HALL-1

SESSION-1

Moderator: Assist. Prof. Dr. İpek ADA ALVER

| AUTORS  | COUNTRY   | TITLE  |
|---|---|--|
| Arda Alara ULUDAG<br>Asst. Prof. Elif Ozlem ARSLAN<br>Prof. Dr. Ayten KIMIRAN   | <i>Istanbul University,<br/>Turkey</i>  | INVESTIGATION OF THE PRESENCE OF <i>Listeria monocytogenes</i> IN MINCED MEAT SAMPLES SOLD IN ISTANBUL PROVINCE  |
| Soukaina Bouamrane<br>Ayoub Khaldan<br>Halima Hajji<br>Hamid Maghat<br>Mohammed Aziz Ajana<br>Mohammed Bouachrine<br>Tahar Lakhli | <i>Moulay Ismail<br/>University, Morocco</i>  | ANTIFUNGAL ACTIVITY OF TRIAZOLE DERIVATIVES STUDY BY 3D-QSAR, MOLECULAR DOCKING AND ADMET PROPERTIES   |
| Assist. Prof. Dr. İpek ADA ALVER<br>Prof. Dr. Ayten KİMİRAN   | <i>Istanbul University,<br/>Turkey</i>  | HUWA-SAN TR50 BİYOSİTİNİN <i>Legionella pneumophila</i> BAKTERİLERİNE ETKİSİNİN FARKLI YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ  |
| Hayedeh Gorjian<br>Nader Ghaffari Khaligh<br>Zeynab Raftani Amiri   | <i>Sari Agricultural<br/>Sciences and Natural<br/>Resources University<br/>(Iran)<br/>University of Malaya<br/>(Malaysia)</i> | INFLUENCE OF NANOVESICLE TYPE, NANOLIPOSOME AND NANONIOSOME, ON ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF ENCAPSULATED MYRTLE EXTRACT: A COMPARATIVE STUDY |
| Vasyi Zhmurko<br>Olha Avksentieva<br>Yevheniia Batuieva   | <i>V. N. Karazin<br/>Kharkiv National<br/>University, Kharkiv,<br/>(Ukraine)</i>  | EFFECT OF PHYTOCHROMES ACTIVATION ON PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROCESSES IN PLANTS WITH DIFFERENT TYPES OF DEVELOPMENT                                   |
| Sunday Alagba Obazi<br>Cosmas Chibugo Ukwueze<br>Esdras Abrewa Remilokoun<br>Obossou<br>Anthonia Ngozi Asadu                      | <i>University of Nigeria</i>  | AGRICULTURAL INFORMATION SEEKING BEHAVIOUR OF COCOYAM FARMERS: A CASE STUDY FROM NSUKKA AGRICULTURAL ZONE IN NIGERIA   |
| Nino Chkhartishvili<br>Nino Abesadze  | <i>Georgian Technical<br/>University</i>  | POTENTIAL OF GEORGIAN ABORIGINAL GRAPES IN ENOLOGY   |
| Assoc. Prof. Dr. CARA Serghei   | <i>Comrat State<br/>University<br/>(Moldova)</i>  | THE INFLUENCE OF THE DIFFERENT QUALITY OF GRAPE BUSHES ON THEIR PRODUCTIVITY IN THE AGRO-ECOLOGICAL CONDITIONS OF ATU GAGAUZIA                               |
| Nasir Rasool  | <i>Government College<br/>University<br/>Faisalabad,<br/>Faisalabad<br/>(Pakistan)</i>  | ARYLATION OF THIOPHENE BASED MOLECULES VIA SUZUKI MIYAUURA REACTION IS VERSATILE TOOLS   |
| Puşnei Alexandru  | <i>Testemitanu State<br/>University of<br/>Medicine and<br/>Pharmacy</i>  | PRENATAL IMAGING DIAGNOSIS OF COARCTATION OF AORTA   |

DATE: 02.05.2021

BAKU TIME: 11:00-13:30

ANKARA TIME: 10:00-12:30

HALL-2

SESSION-1

Moderator: Lect. Dr. Gözde ÖZTAN

| AUTORS  | COUNTRY   | TITLE  |
|---|---|--|
| Zafer Cengiz ER, Fethi Sada ZEKEY, Sameh ALAGHA   | <i>Bozok University, Turkey</i>   | VENÖZ YETMEZLİĞİ TEDAVİSİNDE ENDO VENÖZ LAZER ABLASYON; VAKA SERİSİ  |
| Fakhar ud Din Zakir Ali Humzah Jamshaid Hadeeqa Nazish Husna Khalid Basalat Imran Adnan Anjum Ijaz ul Haq   | <i>Quaid-i-Azam University, Pakistan</i>  | ANTITUMOR POTENTIAL OF MILTEFOSINE-LOADED NANOSTRUCTURED LIPID CARRIERS FOR THE TREATMENT OF BREAST CANCER                     |
| Lect. Dr. Gözde ÖZTAN   | <i>Istanbul University</i>  | KRONİK LENFOSİTİK LÖSEMİ İLE İLİŞKİLİ PATOJENİK VARYANTLARIN TESPİTİ   |
| Neli Vilhelmova-Ilieva Georgi Atanasov Lora Simeonova Lili Dobreva Kapka Mancheva Madlena Trepechova Kristina Kostova Svetla Danova   | <i>Bulgarian Academy of Sciences Sofia</i>  | IN VITRO INHIBITION OF HERPES SIMPLEX VIRUS TYPE -1 REPLICATION BY LACTOBACILLUS POSTMETABOLITES                               |
| K.A. Kim G.U. Begimova  | <i>S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Kazakhstan Engineering-Technological University</i>        | INCLUSION COMPLEXES WITH B-CYCLODEXTRIN AND THEIR USE FOR MEDICAL PURPOSES   |
| Zafer Cengiz ER, Bugra DESTAN, Sedat ÖZCAN, Sameh ALAGHA  | <i>Bozok University, Turkey</i>   | VENA SEFANA MAGNA ABLASYONUNDA RADYOFREKANS İLE CYANOACRYLAT EMBOLİZASYONU TEDAVİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI                     |
| Nurgazieva Guldana Yermychamedovna assist. prof. PhD. Erkinbekova Gulnara Bekbosynovna Assoc. Prof. PhD. Temirgalieva Elmira Maratovna Assist. Nazarbekova Dinara Zhunusbekovna | <i>S.D. Asfendiyarov KazNMU, Kazakhstan</i>   | CLINICAL AND PHARMACOLOGICAL ANALYSIS OF TREATMENT IN THE ELDERLY AND LONG-LIVED IN A HOSPITAL                                 |
| Dr. Nagehan CAN   | <i>Torbali State Hospital</i>   | KATARAKT CERRAHİSİNDE PROFİLAKTİK FARKLI GRUP ANTİBİYOTİKLERİN KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ                                  |
| M. Zakeri J. Faraji E. Baradari   | <i>University of Tabriz (Iran)</i>  | EVALUATION OF THE EFFECT OF A431 EPIDERMIS SKIN CANCER CELL STIFFNESS USING ATOMIC FORCE MICROSCOPY                            |
| Assoc. Prof. Dr. Sataev A. Ph.D. Temirgalieva E.M. Akimniyazova B.B. S. Asfendiyarova   | <i>KazHMY</i>   | THE MOST COMMON MICROORGANISMS IN PATIENTS WITH POST-INTUBATION TRACHEAL STENOSIS AND THEIR SENSITIVITY TO ANTIBACTERIAL DRUGS |
| G.U. Begimova K.A. Kim D.A. Berillo   | <i>Asfendiyarov Kazakh National Medical University (Kazakhstan) Kazakhstan Engineering-Technological University</i> | DEVELOPMENT OF METHODS FOR THE PREPARATION OF HYDROGELS WITH A COMPLEX OF SULFADIMEDINE INCLUSION WITH B-CYCLODEXTRIN          |

DATE: 02.05.2021

BAKU TIME: 14:00-16:30

ANKARA TIME: 13:00-15:30

HALL-1

SESSION-2

**Moderator: Dr. İsmail TOPCU**

| AUTORS   | COUNTRY  | TITLE   |
|--|--|---|
| Assist. Prof. Dr. İsmail TOPCU   | <i>Alanya Alaaddin Keykubat University, Turkey</i>   | COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN BİYO SİPERLİKLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ |
| <b>Narin KARABULUT</b><br>Research Assist. Yagmur OLMEZ<br>Assoc. Prof. Gonca Ozmen KOCA<br>Assoc. Prof. Sengul DOGAN              | <i>Firat University, Turkey</i>  | WAVE HEIGHT ESTIMATION WITH FLOW SPEED BY USING ELM AND ANN METHODS   |
| Stanislav Shvets   | <i>Sumy State University</i>   | "UNIVERSAL PARAMETER CALCULATION METHOD METAL CUTTING MODES"  |
| Assist. Prof. Dr. İsmail TOPCU   | <i>Alanya Alaaddin Keykubat University, Turkey</i>   | COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE İHTİYAÇ DUYULAN PLA BİYOSİPERLİKLERİN EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİ İLE ÜRETİMİ                  |
| <b>Dr. Satyanarayan Patel</b>  | <i>Indian Institute of Technology Indore</i>   | Stress effect on energy storage properties of BaTiO <sub>3</sub> bulk ceramics  |
| <b>Selin ÖZDEMİR</b><br><b>İrem FİNCAN</b><br><b>Özgür ÇOPKUR</b><br><b>Mustafa BİRİCİKÖZCAN</b>                                   | <i>Sanem Plastik Tasarım Merkezi</i>   | "ALEV GECİKTİRİCİ KATKI MADDELERİNİN PVC DUVAR KAPLAMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ"                        |
| <b>Irakli Mumladze</b>   | <i>Georgian Technical University</i>   | MODERN CONSTRUCTION SOLUTION OF FRICTION DIAPHRAGM FOR MONOLITHIC CONCRETE BUILDINGS                                  |
| <b>Igor V. NAUMEYKO</b>  | <i>Kharkov National University of Radioelectronics (Ukraine)</i>   | RESEARCH AND CONTROL OF PROTECTED INDUSTRIAL SYSTEMS  |
| <b>Marwa Boudana</b><br><b>Samir Ladaci</b><br><b>Jean Jacques Loiseau</b>   | <i>National Polytechnic School of Constantine (Algeria)</i><br><i>Mentouri University (Algeria)</i><br><i>LS2N-CNRS, Ecole Centrale de Nantes (France)</i> | FRACTIONAL ADAPTIVE CONTROL OF A SELF-EXCITED COMBUSTION SYSTEM   |
| <b>Hanane Boumaza</b><br><b>Salim Belhadi</b><br><b>Mohamed Athmane Yaltese</b><br><b>Abdelkrim Haddad</b><br><b>Kouahla Ilyas</b> | <i>May 8th 1945 University (Algeria)</i>   | DRY TURNING OPTIMIZATION OF INCONEL 718 USING CERAMIC COMPOSITE CUTTING TOOL BASED ON TAGUCHI AND TOPSIS APPROACHES   |

DATE: 02.05.2021

BAKU TIME: 14:00-16:30

ANKARA TIME: 13:00-15:30

HALL-2

SESSION-2

Moderator: Prof. Dr. Anand K. Tyagi

| AUTORS  | COUNTRY   | TITLE   |
|---|---|---|
| Assist. Prof. Dr. Burcu AKÇA<br>Assoc. Prof. Dr. Bekir GÜRBULAK<br>Prof. Dr. Salih Zeki ERZENEÖĞLU  | Ardahan University<br>Atatürk University                  | TlGaSe <sub>2</sub> , TlInGaSe <sub>2</sub> , Ga <sub>0.9</sub> In <sub>0.1</sub> Se, GaTe <sub>0.4</sub> Se <sub>0.6</sub> , GaTe <sub>0.8</sub> Se <sub>0.2</sub> YARIİLETKENLERİNİN TRANSMİSYON KATSAYILARININ ÖLÇÜLMESİ |
| Assoc. Prof. Dr. Abdullah GÖKTAŞ<br>Assist. Prof. Dr. Sultan GÖKTAŞ                                 | Harran University   | METAL KATKILI ZNO NANOYAPILARIN FOTOKATALİTİK ÖZELLİKLERİ   |
| Nijat Abbasov<br>Chichak Abbasova   | Baku State University<br>National Nuclear Research Center | INTERACTIONS OF NEUTRONS WITH MATTER  |
| Rutuja Mandavkar<br>Rakesh Kulkarni<br>Shusen Lin<br>Sanchaya Pandit<br>Sundar Kunwar<br>Jihoon Lee | Kwangwoon University (Korea)                              | DEVELOPMENT OF SERS PLATFORM FOR THE DETECTION OF RHODAMINE 6G BY UTILIZING GRAPHENE QUANTUM DOTS ON HYBRID CORE-SHELL PD@AG NPS  |
| Assoc. Prof. Dr. Abdullah GÖKTAŞ  | Harran University   | SOL-JEL VE MAGNETRON PÜSKÜRTME TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN FE KATKILI ZNO İNCE FİLMLEİNİN YAPISAL VE OPTİKSEL ÖZELLİKLERİ   |
| Raisa R. Hakhiyeva  | Institute of Radiation Problems of ANAS (Azerbaijan)      | BAND STRUCTURE INVESTIGATION OF TIC NANOPARTICLES USING FTIR SPECTROSCOPY   |
| Prof. Dr. Anand K. Tyagi  | SBS State University (India)                              | CATION DEFICIENT DIELECTRIC RESONATOR PEROVSKITE ELECTROCERAMICS  |
| Farhat Hussain<br>Dr. Muhammad SAEED  | Government College University Faisalabad (Pakistan)       | BIOSYNTHESIS of ZnO and Ag@ZnO CATALYSTS ASSISTED BY CALOTROPIS GIGANTEA LEAVES FOR BREAKDOWN OF RHODAMINE B DYE IN AQUEOUS MEDIUM  |
| Aamir IQBAL<br>Dr. Muhammad SAEED   | Government College University Faisalabad (Pakistan)       | CATALYTIC PHOTODEGRADATION STUDIES OF CRYSTAL VIOLET DYE BY GREEN SYNTHESIZED Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> AND Ag-Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ASSISTED HELIANTHUS ANNUUS   |

DATE: 02.05.2021

BAKU TIME: 17:00-19:30

ANKARA TIME: 16:00-18:30

HALL-1

SESSION-3

**Moderator: Assist. Prof. Dr. Fatma BİRGİLİ**

| AUTORS  | COUNTRY  | TITLE  |
|---|--|--|
| Şenay ÇATAK<br>Nursel ŞAHİN<br>Gamze AKBULUT  | Aydın Adnan<br>Menderes University<br>Bandırma Onyedi<br>Eylül University<br>Gazi University | COVID-19 PANDEMİSİNDE BİREYLERİN BESLENME ALIŞKANLIKLARININ MENTAL SAĞLIĞA ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ   |
| Assist. Prof. Dr.Fatma BİRGİLİ<br>Prof. Dr. Nezihe BULUT UĞURLU   | Muğla Sıtkı Koçman<br>University   | COVID-19 PANDEMI SÜRECİNDE SOSYAL DESTEK KAPANIŞLARI VE BUNLARIN YAŞLILAR VE BAKICILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: OLGU SUNUMU  |
| Lect. Tuğçe BULMUŞ TÜCCAR<br>Prof. Dr. Gamze AKBULUT  | Yüksek İhtisas<br>University<br>Gazi University  | "FARKLI DİYET ÖRÜNTÜLERİNİN POSTPRANDİYAL DİNLENME ENERJİ HARCAMASI ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ"   |
| Meryem OTU<br>Prof. Dr. Şerife KARAGÖZÖĞLU  | Sivas Cumhuriyet<br>University   | TERAPÖTİK REJİME UYUMSUZLUK VE HASTALIK ALGISI   |
| Nursel ŞAHİN<br>Şenay ÇATAK<br>Gamze AKBULUT  | Bandırma Onyedi<br>Eylül University<br>Aydın Adnan<br>Menderes University<br>Gazi University | COVID-19 DÖNEMİNDE YETİŞKİN BİREYLERDE DİYETLE ALINAN SU MİKTARININ VE FİZİKSEL AKTİVİTE DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ   |
| Assist. Prof. Dr.Emine Gülçeri<br>GÜLEÇ PEKER   | Giresun University i   | DİYABETİK YARA İYİLEŞMESİNDE NİTRİK OKSİT TERAPİSİ   |
| Prof. Dr. Gamze AKBULUT<br>Şule GÜL   | Gazi University  | DEPRESYON VE UYKU KALİTESİNİN BESLENME DURUMU ÜZERİNE ETKİSİ   |
| Dildabekova L. A.,<br>Alikhanov H. B.<br>Rametova B. A  |  | SAVE YOURSELF AND SAVE OTHERS (PANDEMIC) COVID-19 CORONAVIRUS  |
| Assist. Prof. Dr.Fatma BİRGİLİ<br>Prof. Dr. Nezihe BULUT UĞURLU   | Muğla Sıtkı Koçman<br>University   | YOĞUN BAKIM ÜNİTESİNDE COVID-19 POZİTİF HASTALARLA ÇALIŞAN HEMŞİRENİN DENEYİMLERİ: OLGU SUNUMU   |
| PhD. Seda BEYAZ<br>Assoc. Prof. Abdullah ASLAN<br>Assoc. Prof. Can Ali AGCA<br>Res. Assist. Ozlem GOK<br>Prof. Dr. Ibrahim Hanifi Ozercan | Firat University<br>Bingol University,<br>Turkey   | BIOCHEMICAL AND MOLECULAR BIOLOGICAL INVESTIGATIONS OF THE PROTECTIVE EFFECTS OF FULLEREN C60 NANOPARTICLE AGAINST BREAST CANCER FORMED WITH DMBA (7,12-DIMETHYLBENZ [A] ANTHRACINE) IN RATS |
| ÖZLEM GÖK<br>SEDA BEYAZ<br>GÖZDE PARLAK<br>İSMAİL CAN<br>ABDULLAH ASLAN   | Firat University,<br>Turkey  | INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF ROYAL JELLY AGAINST PANCREAS DAMAGE WITH NF-κB AND TNF-ALPHA EXPRESSIONS   |

DATE: 02.05.2021

BAKU TIME: 17:00-19:30

ANKARA TIME: 16:00-18:30

HALL-2

SESSION-3

**Moderator: Dr. Enyew Amare Zereffa**

| AUTORS   | COUNTRY  | TITLE  |
|--|--|--|
| Nilgün KUŞÇULU<br>İlyas KILINÇER   | Kayseri University<br>Erciyes University                     | KOŞİNİL ÖZÜTLERİNİN DNA İLE ETKİLEŞİMİNİN<br>AGAROS JEL ELEKTROFOREZ YÖNTEMİNDE<br>ARAŞTIRILMASI   |
| Muhammad Yar   | COMSATS<br>University  | HISTORY OF OUR WORKING ON DEOXY-SUGAR -<br>DEVELOPING TECHNOLOGY THAT CAN TRANSLATE<br>TO CLINIC   |
| Shusen Lin<br>Rutuja Mandavkar<br>Rakesh Kulkarni<br>Sanchaya Pandit<br>Sundar Kunwar<br>Ming-Yu Li<br>Jihoon Lee  | Kwangwoon<br>University, South<br>Korea                      | HIGH-PERFORMANCE ULTRAVIOLET<br>PHOTODETECTOR BASED ON VERTICAL HYBRID<br>STRUCTURE: GQD, TiO <sub>2</sub> AND PLASMONIC PDAG<br>NANOPARTICLES |
| Dr. Enyew Amare Zereffa  | Adama Science and<br>Technology<br>University, Ethiopia      | CLAY CERAMIC FILTER FOR WATER TREATMENT  |
| Dr. Abdurrahman AKDAĞ  | Harran University  | ANTICORROSION BEHAVIOUR OF POLY(N-<br>ETHYLANILINE) FILM ON ZNFE PLATED CARBON<br>STEEL  |
| Dr. Abdurrahman AKDAĞ  | Harran University  | POLY(ANILINE-CO-O-ANISIDINE-N-METHYLPYRROLE)-<br>TiO <sub>2</sub> NANOCOPOSITE COATING ON CARBON STEEL   |
| Ayoub Khaldan<br>Soukaina Bouamrane<br>Reda El-mernissi<br>Tahar Lakhli<br>Abdelouahid Sbai<br>Mohammed Bouachrine | Moulay Ismail<br>University, Morocco                         | IN-SILICO DESIGN OF NEW A-GLUCOSIDASE<br>INHIBITORS THROUGH 3D-QSAR STUDY, MOLECULAR<br>DOCKING MODELING AND ADMET ANALYSIS                    |
| Dr. Özgür YILMAZ   | Mersin University  | N,N-DİMETİLANİLİN TÜREVLERİNİN YENİ BİR<br>YÖNTEM İLE N-DEMİTİLASYONU  |
| Muhammad UMAIR UR<br>REHMAN<br>Dr. Muhammad SAEED  | Government College<br>University<br>Faisalabad<br>(Pakistan) | SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BINARY<br>COMPOSITE OF ZnO-TiO <sub>2</sub> FOR THE<br>PHOTODEGRADATION OF METHYL ORANGE                     |

DATE: 03.05.2021

BAKU TIME: 11:00-13:30

ANKARA TIME: 10:00-12:30

HALL-1

SESSION-1

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Burcu TUNCER

| AUTORS  | COUNTRY  | TITLE  |
|---|--|--|
| Assist. Prof. Dr. Nizam Mustafa<br>NİZAMLIOĞLU<br>Kamile BAYRAK   | <i>Karamanoğlu<br/>Mehmetbey<br/>University</i>  | MEYVE SULARINDA ASİTLİK VE ACILIK GİDERME  |
| Assoc. Prof. Dr. Tugay AYAŞAN<br>Fatma GÜNDÜZ<br>Assoc. Prof. Dr. Köksal<br>KARADAŞ<br>Assist. Prof. Dr. Behlül SEVİM | <i>Osmaniye Korkut<br/>Ata University<br/>Osmaniye Korkut<br/>Ata University<br/>İğdır University<br/>Aksaray University</i> | NOHUT GEVENİNİN (ASTRAGALUS CICER L.)<br>HAYVANCILIKTA KULLANIMI ÜZERİNE YETİŞTİRİCİ<br>GÖRÜŞLERİ: ADIYAMAN İLİ ÖRNEĞİ   |
| Assoc. Prof. Dr. Selçuk Seçkin<br>TUNCER  | <i>Van Yüzüncü Yıl<br/>University</i>  | SİĞİR ETİ ÜRETİMİ VE TİCARETİ  |
| Okoro, John Chukwuma<br>Ali, Joshua Chukwuma<br>Agwu Ekwe Agwu<br>Samuel Chukwudi Chime                               | <i>University of<br/>Nigeria,</i>  | PALM OIL PROCESSING PRACTICES AMONG RURAL<br>FAMERS IN IGBO-EZE NORTH LOCAL GOVERNMENT<br>AREA OF ENUGU STATE, NIGERIA   |
| Assoc. Prof. Dr. Burcu TUNCER   | <i>Van Yüzüncü Yıl<br/>University</i>  | DÜNYA YAŞ SEBZE ÜRETİMİ VE TİCARETİNİN<br>MEVCUT DURUMU  |
| Ganime Güliz KÖK<br>Assist. Prof. Dr. Sibel Bölek   | <i>University of Health<br/>Sciences</i>   | "ÇÖREK OTU KULLANILARAK ELDE EDİLEN<br>GIDALARIN<br>SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI"  |
| Gizem BEŞKEN TUĞCU  | <i>Pamukkale<br/>University</i>  | ÇOCUK SÜTLERİNDE PROTEİN DENATURASYONU VE<br>FAZ AYRIMININ ÖNLENMESİ   |
| Walaa DİRANİ<br>Ar. Gör. Sultan CAN<br>Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ<br>Prof. Dr. Hüseyin BOZKURT                          | <i>Gaziantep University</i>  | ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF<br>PROPOLIS  |
| Assoc. Prof. Nina CHAVDAR   | <i>Transnistrian State<br/>University named<br/>after T.G.<br/>Shevchenko</i>  | EXPANDING THE BOUNDARIES OF CULTIVATION OF<br>THERMOPHILIC CROPS DUE TO CLIMATE WARMING  |
| Noor AKHRAS<br>Ar. Gör. Sultan CAN<br>Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ<br>Prof. Dr. Hüseyin BOZKURT                           | <i>Gaziantep University</i>  | PHENOLIC AND FLAVONOID CONTENT OF PROPOLIS   |
| Ögr. Gör. Zeynep NALE   | <i>Bandırma Onyedi<br/>Eylül University</i>  | GIDA ATIKLARINDAN MİKROBİYAL FERMANTASYON<br>YOLUYLA AROMA BİLEŞENLERİNİN ÜRETİLMESİ   |
| Ifeoma Q. Anugwa<br>Mabel U. Dimelu<br>Emmanuel C. Odoh   | <i>University of Nigeria<br/>Nsukka, Nigeria</i>   | CONSUMERS' KNOWLEDGE ABOUT FOOD<br>PRODUCTION SYSTEMS AND THEIR PURCHASING<br>BEHAVIOUR IN THE UNIVERSITY OF NIGERIA NSUKKA<br>COMMUNITY, ENUGU STATE, NIGERIA |

DATE: 03.05.2021

BAKU TIME: 11:00-13:30

ANKARA TIME: 10:00-12:30

HALL-2

SESSION-1

**Moderator: Assoc. Prof. Atul Bhattad**

| AUTORS  | COUNTRY   | TITLE  |
|---|---|--|
| Assoc. Prof. Dr. Deniz İzlen ÇİFÇİ<br>Assoc. Prof. Dr. Ali Rıza DİNÇER<br>Feriha KARACA | <i>Tekirdağ Namık Kemal University</i>  | TEKSTİL ATIKSUYUNUN ADSORPSİYON VE MEMBRAN FİLTASYON HİBRİT SİSTEMİ İLE ARITIMI  |
| A. L. Vorontsova<br>A. O. Kostikov<br>N. D.Petrenko                                     |   | Modeling of the geothermal energy mining with spent oil or gas borehole  |
| Assoc. Prof. Dr. Jūratė Savickienė<br>Prof. Dr. Astrida Miceikienė                      | <i>Vytautas Magnus University, Lithuania</i>  | PREDICTING FARM PERFORMANCE: DO INDICATORS OF FARM ECONOMIC VIABILITY AND EFFICIENCY SIGNIFY OF PROBABILITY OF BANKRUPTCY?                     |
| Assoc. Prof. Atul Bhattad   | <i>Koneru Lakshmaiah Educational Foundation, India</i>  | EFFICIENCY CALCULATION OF HYDROGEN FUEL AIRCRAFT   |
| Assoc. Prof. Dr. Deniz İzlen ÇİFÇİ<br>Assoc. Prof. Dr. Ali Rıza DİNÇER<br>Feriha KARACA | <i>Tekirdağ Namık Kemal University</i>  | BİYOLOJİK OLARAK ARITILMIŞ TEKSTİL ATIKSUYUNDAN KOAGÜLASYON VE MEMBRAN FİLTASYON YÖNTEMİ İLE SU GERİ KAZANIMI                                  |
| Assoc. Prof. Dr. Emre Burcu ÖZKARAOVA<br>Neşe ÖZDEMİR                                   | <i>Ondokuz Mayıs University</i>   | GEÇİRGEN ORGANİK BİYO-DUVAR SİSTEMİ  |
| Mamedkhan M.I.<br>Meruyert Beketayeva   | <i>Al-Farabi Kazakh National University</i>   | HYBRID METHODS IN ENERGY-PHYSICAL CONTROL OF THE ENVIRONMENT   |
| Zemad Anjum Ojellah<br>Dr. Syed Bilal Ahmed Zaidi                                       | <i>UET Taxila</i>   | SELF-HEALING POTENTIAL OF ASPHALT MIXTURES AT DIFFERENT MICROWAVE HEATING TIMES  |
| Hakan ERKEK<br>Prof. Dr. Yusuf CALAYIR<br>Musa YETKİN                                   | <i>Firat University</i>   | EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE ADANA GREAT CLOCK TOWER   |
| Dr. Faisal Zulhumadi<br>Dr. Kamaruddin Radzuan<br>Mazri Yaakob                          | <i>Universiti Utara Malaysia, School of Technology Management and Logistics (STML) (Malaysia)</i> | REGULATORY FRAMEWORK CHALLENGES AND BARRIERS: A QUALITATIVE APPROACH IN REVEALING THE EFFECTS ON MALAYSIAN NANOTECHNOLOGY INDUSTRY DEVELOPMENT |
| Assoc. Prof. Faik GÖKALP  | <i>Kırıkkale University</i>   | A THEORETICAL RESEARCH FOR THE ANTICANCER PROPERTIES OF VITAMIN D  |



DATE: 03.05.2021

BAKU TIME: 14:00-16:30

ANKARA TIME: 13:00-15:30

HALL-1

SESSION-2

Moderator: Assoc. Prof. Shahram Najafzadeh

| AUTORS   | COUNTRY  | TITLE   |
|--|--|---|
| Assoc. Prof. Dr. Şuayip YÜZBAŞI<br>Gamze YILDIRIM  | Akdeniz University   | "TEKİL OLARAK PERTÜRBE EDİLMİŞ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN NÜMERİK ÇÖZÜMLERİ İÇİN OPERASYONEL BİR MATRİS YÖNTEMİ"   |
| Assist. Prof. Dr. Gamze Sarmaşık<br>ABUR   | Muğla Sıtkı Koçman University                                      | "MATEMATİK, MÜZİK VE RENKLERDEKİ ESTETİK UYUMUN BİLGİSAYAR BİLİMLERİ İLE EĞİTİME YANSIMASI"   |
| Liudmyla Hart<br>Maria Feshchenko  | Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine                   | NUMERICAL ALGORITHMS FOR SOLVING A PROBLEM OF OPTIMAL CONTROL OF STATIONARY HEAT CONDUCTIVITY PROCESS   |
| PhD. Monday Osagie Adenomon  | Nasarawa State University, Nijeria                                 | "STATISTICAL CAPACITY BUILDING AMONG STUDENTS AND USERS OF STATISTICS THROUGH DATA ETHICS AND DATA SCIENCE TECHNIQUES IN NORTH CENTRAL NIGERIA"                                 |
| Gamze YILDIRIM<br>Assoc. Prof. Dr. Şuayip YÜZBAŞI  | Akdeniz University   | "DEĞİŞKEN KATSAYILI LİNEER NÖTR GECİKMELİ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN YAKLAŞIK ÇÖZÜMÜ İÇİN BİR KOLLOKASYON YÖNTEMİ"   |
| PhD. Monday Osagie Adenomon  | Nasarawa State University, Nijeria                                 | THE LONG RUN EFFECTS OF SOME MACROECONOMIC VARIABLES ON GDP OF FINANCIAL INSTITUTIONS IN NIGERIA USING AUTOREGRESSIVE DISTRIBUTED LAG AND FULLY MODIFIED ORDINARY LEAST SQUARES |
| Sani Isa<br>Basant K. Jha  | Yobe State University<br>Ahmadu Bello University Zaria,<br>Nijeria | GENERALIZED MHD COUETTE FLOW WITH HEAT TRANSFER IN AN ANNULI: THE RIEMANN-SUM APPROXIMATION APPROACH  |
| Assoc. Prof. Shahram Najafzadeh  | Payame Noor University, Iran                                       | APPLICATIONS OF HOHLOV OPERATOR ON UNIVALENT FUNCTIONS WITH NEGATIVE COEFFICIENTS   |
| Assoc. Prof. Dr. Şuayip YÜZBAŞI<br>Gamze YILDIRIM  | Akdeniz University   | BERNSTEIN KOLLOKASYON YÖNTEMİ YARDIMIYLA SİNGÜLER PERTÜRBE OLMUŞ GECİKMELİ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN YAKLAŞIK ÇÖZÜMLERİ   |
| Lect. Dinçer ATASOY<br>Dr. Öğretim Üyesi Hasan KARA  | Iğdır University   | MATEMATİK BÖLÜMÜNDE OKUYAN ÖĞRENCİLERİN TÜREV KONUSU HAKKINDAKİ TUTUMLARI   |
| N.E.H Djaa<br>A. Zagane  | Relizane University,<br>Algeria                                    | HARMONICITY OF DEFORMED GRADIENT METRIC   |
| PhD, student Kouahla Ilyas,<br>Prof. Yaltese Mohamed Athmane<br>Dr. Belhadi Salim<br>PhD, Student Boumaza Hanane<br>PhD, Student. Safi Khaoula | May 8th 1945<br>University (Algeria)                               | CORRELATION MODELLING BETWEEN CUTTING PARAMETERS AND TANGENTIAL FORCE WHEN TURNING THE REFRACTOR ALLOY USING THE RESPONSE SURFACE METHODOLOGY                                   |

DATE: 03.05.2021

BAKU TIME: 14:00-16:30

ANKARA TIME: 13:00-15:30

HALL-2

SESSION-2

**Moderator: Lect. SELİM TAŞKAYA**

| AUTORS   | COUNTRY   | TITLE   |
|--|---|---|
| Aysu SARI ÇETİN  | <i>Başkent University</i>   | İSLAM SANATI GEOMETRİK MİMARİ   |
| Eman Salem Khaffaf<br>Zeyad Tariq Madalah  | <i>University of Mosul,<br/>Iraq</i>  | THE INTERNET EXCESSIVE USE EFFECT ON THE<br>SOCIAL LIFE AND ACADEMIC PERFORMANCE OF THE<br>MOSUL UNIVERSITY STUDENTS - IRAQ |
| Prof. Dr. Elif Özlem AYDIN<br>Elif Sibel KOTAN   | <i>Gebze Technical<br/>University</i>   | "ERZURUM MECİDİYE TABYASI VE YENİDEN<br>İŞLEVLENDİRİLMESİ<br>ÜZERİNE BİR ÖNERİ: ERZURUM HARP TARİHİ MÜZESİ"                 |
| PhD. Isaac Kofi Biney  | <i>University of Ghana</i>  | ADAPTING COMMUNITY EDUCATION AS A VEHICLE<br>FOR CHANGE IN THE YOUNG ADULTS IN GHANA  |
| Lect. SELİM TAŞKAYA  | <i>Artvin Vocational<br/>School</i>   | REVİZYON İMAR PLANLARINA EN KÜÇÜK KARELER<br>YÖNTEMİ İLE İLÇE DÜZEYİNDE BAKIŞ, SELİM İLÇESİ<br>KARS ÖRNEĞİ                  |
| Yüksek Mimar Cansu SARI<br>TEKİN   | <i>Başkent University</i>   | YEŞİL BİNALAR   |
| Yurieva Yulia Alexandrovna   | <i>teacher-<br/>methodologist<br/>Kharkiv, Ukraine</i>                          | ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF REMOTE<br>EDUCATION IN THE CONDITIONS OF DEVELOPMENT<br>OF INFORMATION TECHNOLOGIES         |
| Assoc. Prof. Dr. Dansheva Svetlana<br>Olegovna<br>Дитюк Светлана Алексеевна<br>Игнатова Валентина<br>Владимировна<br>Olga Tesalovskaya | <i>Kharkiv National<br/>University of<br/>Construction and<br/>Architecture</i> | TO THE QUESTION ABOUT THE EFFICIENCY OF THE<br>REMOTE AND MIXED EDUCATION IN HIGHER SCHOOL                                  |
| Faruku Aliyu<br>Corrienna Abdul Talib  | <i>Universiti Teknologi<br/>Malaysia</i>  | SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS AND<br>MATHEMATICS AND COLLABORATIVE LEARNING: A<br>REQUIRED SKILLS FOR LEARNERS     |

DATE: 03.05.2021

BAKU TIME: 17:00-19:30

ANKARA TIME: 16:00-18:30

HALL-1

SESSION-3

**Moderator: Assoc. Prof. Svitlana Nykytyuk**

| AUTORS  | COUNTRY  | TITLE  |
|---|--|--|
| Mohammad Jabbari<br>Manizhe Zakeri  | University of Tabriz   | MOTION PLANNING OF A CONTINUUM ROBOT IN MEDICAL SURGERIES  |
| Assoc. Prof. Svitlana Nykytiuk<br>Stoyan A  | Ternopil Regional<br>Children Hospital,<br>Ukraine   | A CASE OF PANUVEITIS IN A CHIL WITH LYME BORRELIOSIS. (CASE REPORT)  |
| Assoc. Prof. Svitlana Nykytyuk  | Ternopil National<br>Medical University  | CLINICAL COURSE OF INFECTIOUS MONONUCLEOSIS IN CHILDREN  |
| Алихан Акжайна<br>Момбеков С.Е.   |  | "ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ «ПОМАШКА (CHAMOMILLA RECUTITA (L.) RAUSCHERT» В НАРОДНОЙ МЕДИЦИНЕ"   |
| Assist. Prof. Dr. Ahmet TAŞ<br>Lect. M. Murat YAŞAR   | Harran University  | ULTRA GENELLEŞTİRİLMİŞ EKSPONANSİYEL HİPERBOLİK POTANSİYEL MODELİNİN VARLIĞINDA SPİNİ OLMAYAN GÖRELİ PARÇACIKLARIN SAÇILMA VE BAĞLI DURUMLARININ İNCELENMESİ     |
| Assist. Prof. Dr.Gökhan GÜRSES<br>Res. Assist. Ali AKÇAKAYA   | Selçuk University  | COMBINED THERAPY OF MARSUPIALIZATION AND ENUCLEATION IN THE TREATMENT OF LARGE RADICULAR CYST  |
| Assist. Prof. Dr.Gökhan GÜRSES<br>Res. Assist. Ali AKÇAKAYA   |  | ISOLATED ALVEOLAR FRACTURE: A RARE CASE REPORT   |
| Öğr.Gör.Dr. M.Ertan GÜNEŞ<br>Öğr.Gör.Dr,Perihan Erkan<br>ALKAN<br>Dr.,A.Ümit SABANCI<br>Prof.Dr., Cüneyt ÖZAKIN | Bursa Uludag<br>University<br>Bursa Uludag<br>University<br>T.R. Ministry of<br>Health Bursa<br>Provincial Health<br>Directorate<br>Bursa Uludag<br>University | % 2 ÇİNKOKLORÜRLÜ NANOBALONCUKLU LİPOZOMLAR: BAKTERİYEL ENFEKSİYONLARLA MÜCADELEDE YENİ BİR ÇIKIŞ YOLU MU?   |
| Maxim Leconiuc  | 'State University of<br>Medicine and<br>Pharmacy "Nicolae<br>Testemitanu"  | RISK FACTORS AND MOLECULAR ASPECTS IN BRAIN TUMORS PRODUCTION  |
| G.M. Sayakova<br>J.E. Beksultanov   | Asfendiyarov Kazakh<br>National Medical<br>University<br>(Kazakhstan)  | APPLICATION OF THE GLC METHOD ACCORDING TO THE PHARMACOPOEIAL REQUIREMENTS OF KAZAKHSTANI MEDICINAL PLANT MATERIALS - SIBERIAN FIR (ABIES SIBIRICA), PINE FAMILY |

DATE: 03.05.2021

BAKU TIME: 17:00-19:30

ANKARA TIME: 16:00-18:30

HALL-2

SESSION-3

Moderator: Prof. Dr. Şerife KARAGÖZOĞLU

| AUTORS  | COUNTRY   | TITLE   |
|---|---|---|
| Res. Assist. Artun ONUKER<br>Dilan ERBAŞ<br>Assist. Prof. Dr.Asya Banu<br>BABA OGLU   | <i>İzmir Katip Çelebi<br/>University</i>  | ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN REÇETESİZ İLAÇ<br>KULLANIM DURUMLARININ BELİRLENMESİ  |
| Emine KORKMAZ<br>Prof. Dr. Şerife KARAGÖZOĞLU   | <i>Sivas Cumhuriyet<br/>University</i>  | "KORONER GİRİŞİM SONRASI PERİFERİK VASKÜLER<br>KOMPLİKASYONLARIN<br>ÖNLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER VE<br>HEMŞİRENİN ROLÜ"                        |
| Lect. Şeyda KAZANÇ<br>Prof. Dr. Şerife KARAGÖZOĞLU  | <i>Tokat<br/>Gaziosmanpaşa<br/>University<br/>Sivas Cumhuriyet<br/>University</i> | GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE<br>SİMÜLASYON UYGULAMALARI   |
| Lecturer. Seda KARAMAN<br>Assoc. Prof. Ozlem ÇINAR<br>OZDEMİR   | <i>Ondokuz Mayıs<br/>University<br/>Izmir Demokrasi<br/>University</i>            | "INVESTIGATION OF SPINAL POSTURE, DEPRESSION<br>AND QUALITY OF LIFE<br>OF FORMAL CAREGIVERS OF THE DISABLED<br>CHILDREN AND ELDERLY<br>INDIVIDUALS" |
| Prof. Dr. Gamze AKBULUT<br>Dr. Emine Nüket ÜNSAL  | <i>Gazi University<br/>Gülhane Training<br/>and Research<br/>Hospital</i>         | "KONSTİPASYON BASKIN İRRİTABL BAĞIRSAK<br>SENDROMU (İBS) OLAN<br>BİREYLERDE FARKLI DİYET TEDAVİLERİNİN<br>KONSTİPASYON DURUMUNA ETKİSİ"             |
| Prof. Dr. Şerife KARAGÖZOĞLU<br>Esra ELİK   | <i>Sivas Cumhuriyet<br/>University</i>  | HASTANE DIŞI KARDİYAK ARREST VAKALARINDA<br>EKİP ÇALIŞMASI VE CPR UYGULAMALARININ<br>KALİTESİ: HEMŞİRELİK BAKIŞ AÇISIYLA                            |
| Dr. Esra KURT CANPOLAT  | <i>Adıyaman Training<br/>and Research<br/>Hospital</i>                            | COVID-19 PANDEMİSİ EVDE SAĞLIK HİZMETLERİNİ<br>NASIL ETKİLEDİ?  |
| Abdulhalık YEŞİLYURT<br>Assoc. Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ<br>Assist. Prof. Dr. Abdullah<br>YILDIZBAŞI<br>Prof. Ergün ERASLAN             | <i>Ankara Yıldırım<br/>Beyazıt University</i>                                     | EL ALETLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ  |
| Rüveyda KOCUR<br>Assist. Prof. Dr.Dilek ÖZTAŞ<br>Assist. Prof. Dr.Abdullah<br>YILDIZBAŞI<br>Prof. Assist. Prof. Dr.Ergün<br>ERASLAN | <i>Ankara Yıldırım<br/>Beyazıt University</i>                                     | MOTORLU ARAÇLARDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ   |
| Lect. Şeyda KAZANÇ<br>Prof. Dr. Şerife KARAGÖZOĞLU  | <i>Tokat<br/>Gaziosmanpaşa<br/>University<br/>Sivas Cumhuriyet<br/>University</i> | COVID-19 PANDEMİ DÖNEMİNDE HEMŞİRELİK<br>EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİNİN KULLANIMI: ARTIRILMIŞ<br>VE SANAL GERÇEKLIK UYGULAMALARI                           |

DATE: 04.05.2021

BAKU TIME: 11:00-13:30

ANKARA TIME: 10:00-12:30

HALL-1

SESSION-1

**Moderator: Prof. Dr. Murat KİBAR**

| AUTORS   | COUNTRY   | TITLE   |
|--|---|---|
| G.M. Sayakova<br>U.A. Akhatyeva<br>A.B. Absattar                           |   | DETERMINATION OF ORGANIC COMPOUNDS IN THE PLANT EXTRACT OF SCHRENKA SPRUCE  |
| Assist. Prof. Dr. Ömer Süha USLU   | <i>Kahramanmaraş<br/>Sütçü İmam<br/>University</i>  | KAHRAMANMARAŞ KUYUMCULAR MERASINDA TESPİT EDİLEN BAZI YEM BİTKİLERİNİN YEM KALİTE DEĞERLERİ   |
| İsmail ÇİFTÇİ<br>Prof. Dr. Cennet OĞUZ<br>Dr. Fatma ÇİFTÇİ                 | <i>Konya Provincial<br/>Directorate of<br/>Agriculture and<br/>Forestry<br/>Selçuk University<br/>Konya PTT Chief<br/>Directorate</i> | KONYA İLİ TAHİL ÜRETİM DURUMU VE ÖNEMİ  |
| Zeliha ŞAHİN<br>Assoc. Prof. Dr. Mustafa Hakkı<br>AYDOĞDU                  | <i>Harran University</i>  | TÜRKİYE'DE SON DÖNEMLERDEKİ KORUNGA TARIMININ GENEL DEĞERLENDİRİLMESİ   |
| Prof. Dr. Murat KİBAR  | <i>Artvin University</i>  | COMPARISON OF INTRAOPERATIVE EFFECTS OF INTRATESTICULAR LIDOCAINE IN CATS WITH XYLASINE-KETAMINE AND XYLASINE-PROPOFOL ANESTHESIA UNDERGOING ROUTINE CASTRATION |
| Prof. Dr. Murat KİBAR  | <i>Artvin University</i>  | "SUCCESSFUL TREATMENT OF CUTANEOUS SOLID TYPE ADENOCARCINOMA WITH CRYOSURGERY IN A PEKINGESE DOG"   |
| Esra YAZICI<br>Prof. Dr. Sait ENGİNDENİZ                                   | <i>Ege University</i>   | DISSEMINATION OPPORTUNITIES OF HEMP GROWING FOR BIODIESEL PRODUCTION IN TURKEY  |
| Assoc. Prof. Dr. I. Strashynskyi<br>Prof. Dr. V. Pasichniy<br>T Shevchenko | <i>National University<br/>of Food<br/>Technologies, Kyiv,<br/>Ukraine</i>  | PRODUCTS OF PROCESSING OF SUNFLOWER SEEDS IN MEAT PRODUCTS  |
| Zeliha ŞAHİN<br>Assoc. Prof. Dr. Mustafa Hakkı<br>AYDOĞDU                  | <i>Harran University</i>  | TÜRKİYE'DE ÇAVDAR ÜRETİMİ: SON YILLARDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİN GENEL ANALİZLERİ  |

DATE: 04.05.2021

BAKU TIME: 11:00-13:30

ANKARA TIME: 10:00-12:30

HALL-2

SESSION-1

Moderator: Dr. ABDUSSALAM Ali Ahmed

| AUTORS  | COUNTRY   | TITLE   |
|---|---|---|
| Assoc. Prof. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU<br>Res. Assist. Enes KAYMAZ<br>Res. Assist. Muhammet DEMİRBAŞ           | <i>Düzce University<br/>Beykent University</i>  | GÜÇ SİSTEMLERİNDE FARKLI BARALARDAKİ ZİP YÜK MODELİNİN YÜK AKIŞI VE KAYIPLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ  |
| Salim Chihaoui<br>Mohamed Athmane Yaltese<br>Salim Belhadi<br>Khaoula Safi                                | <i>Université 8 Mai<br/>1945, Algeria</i>   | CBN COATED CUTTING TOOL PERFORMANCE WHEN DRY TURNING OF GREY CAST IRON  |
| Amhimmid Q. Almabrouk<br>Dr. ABDUSSALAM Ali Ahmed   | <i>Higher Institute of<br/>Engineering<br/>Technology<br/>Bani Waleed<br/>University, Libya</i> | OBSERVER DESIGN FOR STATE VARIABLE FEEDBACK CONTROLLER BY MATLAB  |
| A. Soussi<br>A. Ait Hssi<br>L. Boulkaddat<br>A. Asbayou<br>H. Najih<br>R.Markazi<br>A. El Fanaoui         | <i>Ibn Zohr University,<br/>Morocco</i>   | ELECTRONIC, OPTICAL PROPERTIES OF TIO 2 : EXPERIMENTAL AND THEORETICAL INVESTIGATION  |
| Res. Assist. Muhammet DEMİRBAŞ<br>Assoc. Prof. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU                                       | <i>Beykent University<br/>Düzce University</i>  | "ÇOK MAKİNALI GÜÇ SİSTEMLERİNDE FARKLI AVR MODELLERİ, POD, UPFC İLE KÜÇÜK SİNYAL KARARLILIĞININ İNCELENMESİ"                                      |
| Hadjela Salah<br>Dr. Belhadi Salim<br>Pr. Ouelaa Nouredine<br>Pr. Yaltese Mohamed Athmane<br>Safi Khaoula | <i>University 8 may<br/>1945, Algeria</i>   | MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION OF PERFORMANCE PARAMETERS IN MACHINING AISI 4140.  |
| Atul bhattad<br>Neduri vidya sagar  | <i>Koneru Lakshmaiah<br/>Education<br/>Foundation (KLEF),<br/>India</i>                         | NUMERICAL ANALYSIS OF DOUBLE PIPE HEAT EXCHANGER BY USING HYBRID NANOFLUID  |
| Rakesh Kulkarni<br>Rutuja Mandavkar<br>Sundar Kunwar<br>Jae-Hun Jeong<br>Jihoon Lee                       | <i>University, Nowon-<br/>gu Seoul, South<br/>Korea</i>   | HIGHLY SUPER POROUS AND NON-ENZYMATIC HYBRID CUO/PT NPS PLATFORM WITH IMPROVED SENSITIVITY AND SELECTIVITY FOR THE DETECTION OF HYDROGEN PEROXIDE |

DATE: 04.05.2021

BAKU TIME: 14:00-16:30

ANKARA TIME: 13:00-15:30

HALL-1

SESSION-2

**Moderator: Mykola D. Chemych**

| AUTORS  | COUNTRY  | TITLE   |
|---|--|---|
| Mykola D. Chemych<br>Inna V. Lutai<br>Tetiana A. Husieva<br>Anna S. Ivanova                         | <i>Sumy State University<br/>(Ukraine)</i>   | CLINICAL AND EPIDEMIOLOGICAL FEATURES OF LYME BORRELIOSIS   |
| Dildabekova Lazzat Anarkulovna<br>Serimbetova Kuralai Mukhtarovna<br>Bazarbaeva Gulayym Mutalibkyzy | <i>South Kazakhstan medical Academy<br/>(Kazakhstan)</i>   | RESEARCH OF MICROELEMENTAL COMPOSITION OF ZIZIFORA PLANT THIN   |
| Ivona Dimitrova<br>Milena Bozhilova-Sakova<br>Svetoslava Okyasheva                                  | <i>University of Forestry,<br/>Faculty of Agronomy,<br/>Sofia (Bulgaria)<br/>Institute of animal science,<br/>Kostinbrod</i> | STUDY ON GENETIC DIVERSITY OF GENES FABP3 AND GDF9 IN COOPER-RED SHUMEN AND SYNTHETIC POPULATION BULGARIAN MILK SHEEP BREED |
| Ibragimova R.S.<br>Maidanov A.K.<br>Bizhanov B.Z.   | <i>Al-Farabi Kazakh National University<br/>(Kazakhstan)</i>   | X-RAY DETECTION OF THE SUBCHONDRAL CYST WITH DEFORMING OSTEOCHONDROSIS OF THE TEMPOINT THE UNMILLABLE JOINT                 |
| Karkimbaeva G.A.<br>Asanova D.B.<br>Bekturganova N.D.<br>Ashel E.                                   | <i>Asfendyarov Kazakh National Medical University<br/>(Kazakhstan)</i>   | FEATURES OF THE CLINICAL COURSE OF NOSOCOMIAL CANDIDAL STOMATITIS IN CHILDREN   |
| G.M. Sayakova<br>Berillo Dmitrii.A.<br>Akhatayeva Ulbossyn A.                                       | <i>Asfendyarov Kazakh National Medical University<br/>(Kazakhstan)</i>   | MICROSCOPIC EXAMINATION OF EDIBLE HONEYSUCKLE GROWING IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN   |
| Turcu Erica<br>Chesov Elena<br>Valeriu Crudu  | <i>State University of Medicine and Pharmacy "Nicolae Testemitanu",<br/>Republic of Moldova</i>                              | MOLECULAR GENOTYPING OF MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS  |
| Akhmetbekov A.K.<br>G.M. Sayakova<br>ZHAKSYLYKOV N. N.<br>Ibadullayeva G.S.<br>ZHETEROVA S. K.      | <i>Asfendyarov Kazakh National Medical University<br/>(Kazakhstan)</i>   | DETERMINATION OF ORGANIC COMPOUNDS IN THE PLANT EXTRACT OF NARROW- LEAVED FIREWEED  |
| Sadvakas A.   | <i>Asfendyarov Kazakh National Medical University<br/>(Kazakhstan)</i>   | INCIDENCE OF VIRAL HEPATITIS C IN ALMATY  |

DATE: 04.05.2021

BAKU TIME: 14:00-16:30

ANKARA TIME: 13:00-15:30

HALL-2

SESSION-2

**Moderator: Assoc. Prof. Dr. K. Koteswara**

| AUTORS  | COUNTRY  | TITLE   |
|---|--|---|
| Ruzudzhensk S.  | <i>Kharkiv V.N. Karazin National University, (Ukraine)</i>               | DEVELOPMENT OF STRUCTURAL INTERACTING TECHNOLOGIES SCHEME FOR TRAINING OF NEURAL NETWORKS               |
| Assoc. Prof. Dr. Dr. K. Koteswara<br>Assist. Prof. Dr. G Lalitha Kumari<br>Y Surekha<br>N Ramesh Babu | <i>Prasad V Potluri Siddhartha Institute of Technology (India)</i>       | MACHINE LEARNING AND IOT TECHNOLOGIES FOR ENVIRONMENTAL ISSUES- RESEARCH PERSPECTIVES                   |
| Elena Sierikova, PhD<br>Dr. Elena Strelnikova<br>Denys Kryutchenko                                    | <i>National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine</i> | THE EARTHQUAKES IMPACT ON STORAGE RESERVOIRS FOR ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS LIQUIDS                      |
| Nagashbek SS<br>Ph.D. Kopbalina KB  |  | TYPES OF RETRANSLATORS IN COMMUNICATION CHANNELS  |
| Assist. Prof. Dr. G Lalitha Kumari<br>Y Surekha<br>Assoc. Prof. Dr. Dr. K. Koteswara<br>N Ramesh Babu | <i>Prasad V Potluri Siddhartha Institute of Technology (India)</i>       | SYSTEMATIC SURVEY OF MUTATION TESTING – ROOKIES VANTAGE POINT   |
| PhD Student I.Bouras<br>Prof. Dr. F. Sekiou   | <i>Université L'arbi ben m'hidi (Algeria)</i>                            | THE VARIATION OF WASTEWATER PH IN THE GRIT CHAMBER  |
| Saathwik Vaidya<br>Dhruv Garg<br>Subrata Mondal<br>Ankit Gupta  | <i>Shiv Nadar University</i>   | DESIGN OPTIMISATION OF ANKLE JOINT PROSTHESIS USING ADVANCED COMPUTATIONAL TECHNIQUES                   |
| Lulu Lei<br>Prof. Qing Wang   | <i>Shandong University</i>   | STUDY OF CORROSION RESISTANCE UNDER MICRO-CRACKS AND MECHANICAL PROPERTIES OF SUPERHYDROPHOBIC CONCRETE |
| Yao Li<br>Prof. Qing Wang   | <i>Shandong University</i>   | MICROCAPSULE TYPE LONG-LASTING PHOSPHORESCENT PROBE FOR CONCRETE CRACK MONITORING                       |
| Mingya Zhang<br>Prof. Qing Wang   | <i>Shandong University</i>   | THE INFLUENCE OF UPPER SURFACE STRUCTURE AND SIDEWALL STRUCTURE ON THE WETTABILITY OF WATER DROPLETS    |



DATE: 04.05.2021

BAKU TIME: 17:00-19:30

ANKARA TIME: 16:00-18:30

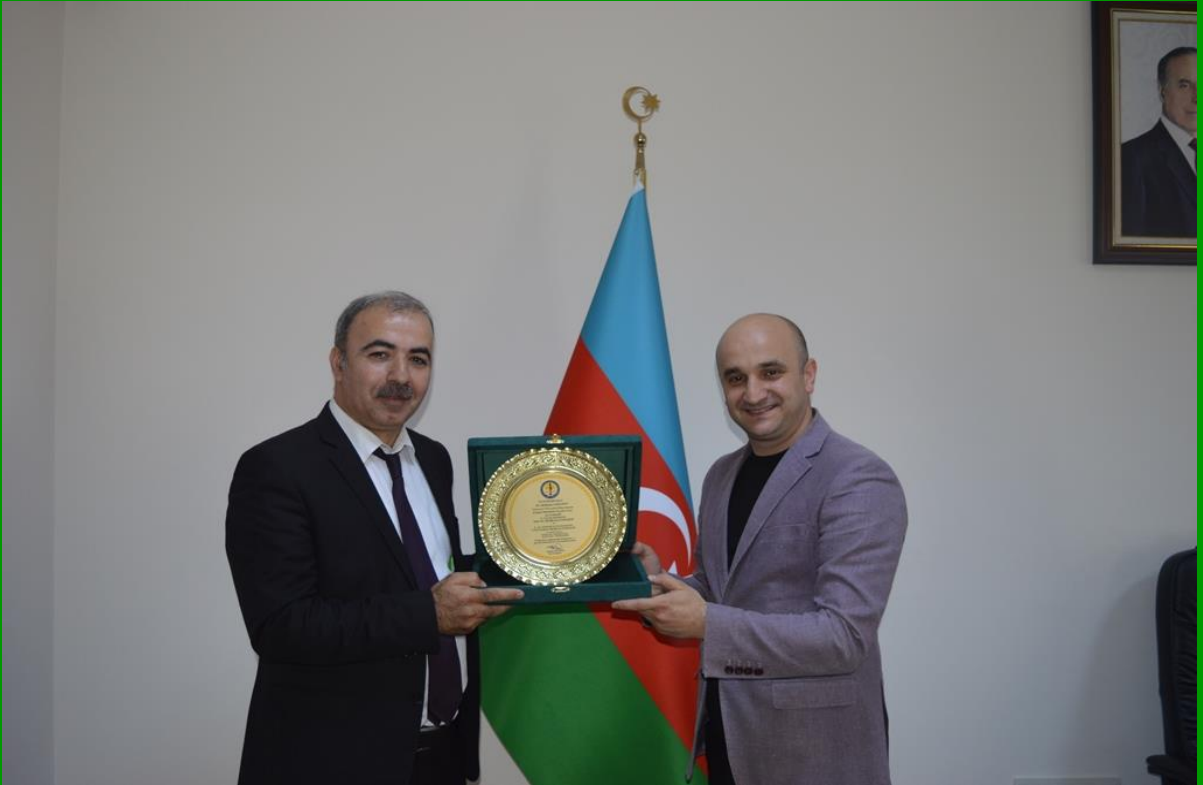
HALL-1

SESSION-3

**Moderator: Dr. Lect. I. Arseni**

| AUTORS  | COUNTRY   | TITLE  |
|---|---|--|
| Safi Khaoula<br>Pr. Yaltese Mohamed Athmane<br>Dr. Belhadi Salim<br>Prof. Dr. Mabrouki Tarek<br>Phd Student. Chihaoui Salim<br>Hadjela Salah  | University 8 may 1945   | MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION OF MACHINING PARAMETERS DURING DRY TURNING OF AISI D3 STEEL USING TAGUCHI BASED GREY RELATIONAL ANALYSIS  |
| S. Nivetha<br>M. Chandramouleeswaran  | Sri Ramanas College of Arts and Science for Women, Aruppukottai. Tamilnadu. India                                     | FUZZY TOPOLOGICAL B- ALGEBRAS  |
| Badreddine Limane   | University 8 may 1945   | ESTIMATING THE LIFETIME OF PHOTOVOLTAIC MODULES UNDER DESERT ENVIRONMENT   |
| Dr. Wan Nadzri Osman<br>Dr. Faisal Zulhumadi<br>Associate Professor Dr. Mohamed Najib Salleh  |   | READINESS AND ACCEPTANCE TOWARDS DRONE TECHNOLOGY IN MALAYSIAN AGRICULTURE : STUDY IN THE NORTHERN STATES OF PENINSULAR MALAYSIA       |
| PHD. Student: Haoues sabrina<br>Prof. Dr. Mohamed Athmane Yaltese<br>Dr. Belhadi Salim<br>Prof. Dr. Alper Uysal<br>PHD. Student: Safi Khaoula | University 8 may 1945 (Algeria)<br>Yildiz Technical University  | MODELING BASED ON RSM OF CUTTING PARAMETERS WHEN DRY TURNING OF GLASS FIBER REINFORCED POLYAMIDE (PA66-GF30%) WITH METAL CARBIDE TOOLS |
| Meriem Zebani<br>L.Bounemia<br>A.Azbouche<br>A.Moulla<br>Z.Melzi  | M' Hamed Bougara<br>University of Boumerdés (Algeria)   | AIR POLLUTION MONITORING IN URBAN SITE OF ALGIERS  |
| N.Loghbi L.Bounemia<br>A.Azbouche<br>A.Moulla<br>Z.Melzi  | M' Hamed Bougara<br>University of Boumerdés (Algeria)<br>Nuclear Research Centre of Algiers (CRNA), Algiers (Algeria) | EFFECT OF CLIMATE PARAMETERS ON BLACK CARBON CONCENTRATION IN PM2.5 AT URBAN SITE OF ALGIERS   |
| Prof. Dr. Eteri Hart<br>Yaroslav Rybalko  | Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine  | ABOUT THE METHOD FOR REDUCING THE STRESS CONCENTRATION AROUND THE CIRCULAR HOLE IN THE PLATE THROUGH ELLIPTIC INCLUSIONS               |
| N. Boughazi<br>A. Haddad  | University 8 may 1945 (Algeria)   | DESIGN AND COLD FLOW SIMULATION OF A SUPERSONIC SINGLE BELL NOZZLE   |
| Dr. Lect. I. Arseni   | Comrat State University   | PROBLEMS OF LEGAL REGULATION OF ACTIVITIES FINANCIAL AND INDUSTRIAL GROUPS IN THE REPUBLIC MOLDOVA                                     |

## PHOTO GALLERY





Вы просматриваете экран Wan Nadzri Osman

Осталось: 09:14:14

Запись... | Матройки просмотра

**UUM**  
Universiti Utara Malaysia

**STUDY OF ACCEPTANCE AND READINESS OF FARMERS  
TOWARDS DRON TECHNOLOGY IN NORHTERN PENINSULAR OF  
MALAYSIA**

Prepared by:  
Dr Wan Nadzri Osman  
Dr Faisal Zulhumadi  
Assoc. Prof. Dr Mohd Najib Salleh

all Wan Nadzri Osman

Включить звук | Включить видео | Участники | Чат | Демонстрация экрана | Пауза/остановить запись | Сессия в зале | Реакция | [Выйти из зала](#)

Zoom Meeting

Recording...

Remaining : 09:37:50

Hall-1 Observer...

H1-Mesut Ertan Güneş

H1 Moderator: Ass.Prof. Sviltana Ny...

Hall - 1 Maxim Lecontuc

H1 - Ali Akçakaya

Hall-1, Mohammad Jabbari

Hall-1, Zhanbek Beksultanov

Галия Саякова

Özlem Gök

Seda Beyaz

Hall-1, Ahmet TAŞ

Windows'u Etkinleştir  
Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.

Aramak için buraya yazın

16:14  
3.05.2021

Zoom Meeting - Hall-1

You are viewing H1-Burcu TUNCER's screen

View Options

Hall-1 Observer...

hall-1, wala dir...

H1 Behlül SEV...

exp-Hall-1, Nil...

H1-Burcu TUNCER

Hall 1 John O...

Recording...

Remaining : 08:47:49

| Species                           | 2001-2005<br>Production (ton) | 2006-2010<br>Production (ton) | 2011-2015<br>Production (ton) | 2016-2019<br>Production (ton) | Part<br>(%) | Change<br>(%) |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|---------------|
| <b>Primary Vegetables</b>         | 742 028 754                   | 869 547 520                   | 990 223 208                   | 1 103 674 294                 | 100         | 48            |
| Melon                             | 21 769 996                    | 25 266 965                    | 26 081 815                    | 26 954 619                    | 2.4         | 23            |
| Watermelon                        | 88 373 870                    | 90 931 641                    | 97 694 771                    | 101 056 424                   | 9.2         | 14            |
| Cucumber and acur                 | 42 893 407                    | 57 040 826                    | 73 250 618                    | 83 655 799                    | 7.6         | 95            |
| Squash and pumpkin                | 19 558 836                    | 21 736 734                    | 24 595 296                    | 24 954 871                    | 2.3         | 27            |
| Tomato                            | 119 219 536                   | 143 550 054                   | 167 755 941                   | 178 834 649                   | 16.2        | 50            |
| Pepper                            | 23 656 849                    | 28 136 154                    | 31 638 608                    | 36 676 590                    | 3.3         | 55            |
| Eggplant                          | 29 952 303                    | 39 610 006                    | 48 334 814                    | 53 405 674                    | 4.8         | 78            |
| Onion                             | 57 854 868                    | 74 102 946                    | 86 604 850                    | 97 611 303                    | 8.8         | 68            |
| Garlic                            | 13 437 486                    | 20 571 423                    | 24 536 839                    | 28 637 075                    | 2.6         | 113           |
| Shallot ve Green Onion            | 3 967 977                     | 4 395 368                     | 4 504 149                     | 4 635 205                     | 0.4         | 16            |
| Leek and Other <i>Allium</i> spp. | 1 744 438                     | 2 079 678                     | 2 170 461                     | 2 169 061                     | 0.2         | 24            |
| Cabbage and other Brassica        | 67 847 140                    | 64 631 794                    | 69 542 433                    | 69 956 692                    | 6.3         | 3             |
| Cauliflower and broccoli          | 17 114 034                    | 20 036 859                    | 23 364 848                    | 26 035 023                    | 2.4         | 52            |
| Turnip and Carrot                 | 24 890 483                    | 32 598 402                    | 38 170 839                    | 42 631 726                    | 3.9         | 71            |
| Green bean and cowpea             | 12 925 065                    | 18 619 322                    | 21 596 756                    | 25 718 982                    | 2.3         | 99            |
| Green pea                         | 12 434 995                    | 15 030 187                    | 17 604 360                    | 20 850 897                    | 1.9         | 67            |
| Broad bean                        | 1 348 540                     | 1 600 136                     | 1 547 098                     | 1 574 854                     | 0.1         | 17            |
| Artichoke                         | 1 063 852                     | 1 484 433                     | 1 556 077                     | 1 576 589                     | 0.1         | 48            |
| Lettuce and Chicory               | 21 141 073                    | 24 003 591                    | 25 406 497                    | 28 400 067                    | 2.6         | 34            |
| Asparagus                         | 6 063 608                     | 7 218 460                     | 8 204 520                     | 9 171 380                     | 0.8         | 51            |
| Okra                              | 5 697 133                     | 6 873 905                     | 9 302 736                     | 9 371 969                     | 0.9         | 65            |
| Spinach                           | 12 338 562                    | 18 015 104                    | 23 288 440                    | 28 365 892                    | 2.6         | 129           |
| Mushroom                          | 5 282 736                     | 6 968 269                     | 9 906 680                     | 11 132 645                    | 1.0         | 110           |
| Sweet Corn                        | 10 354 458                    | 10 753 460                    | 11 018 440                    | 10 045 302                    | 0.3         | 10            |

Windows'u Etkinleştir  
Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.

Unmute Start Video

Participants 14

Chat

Share Screen

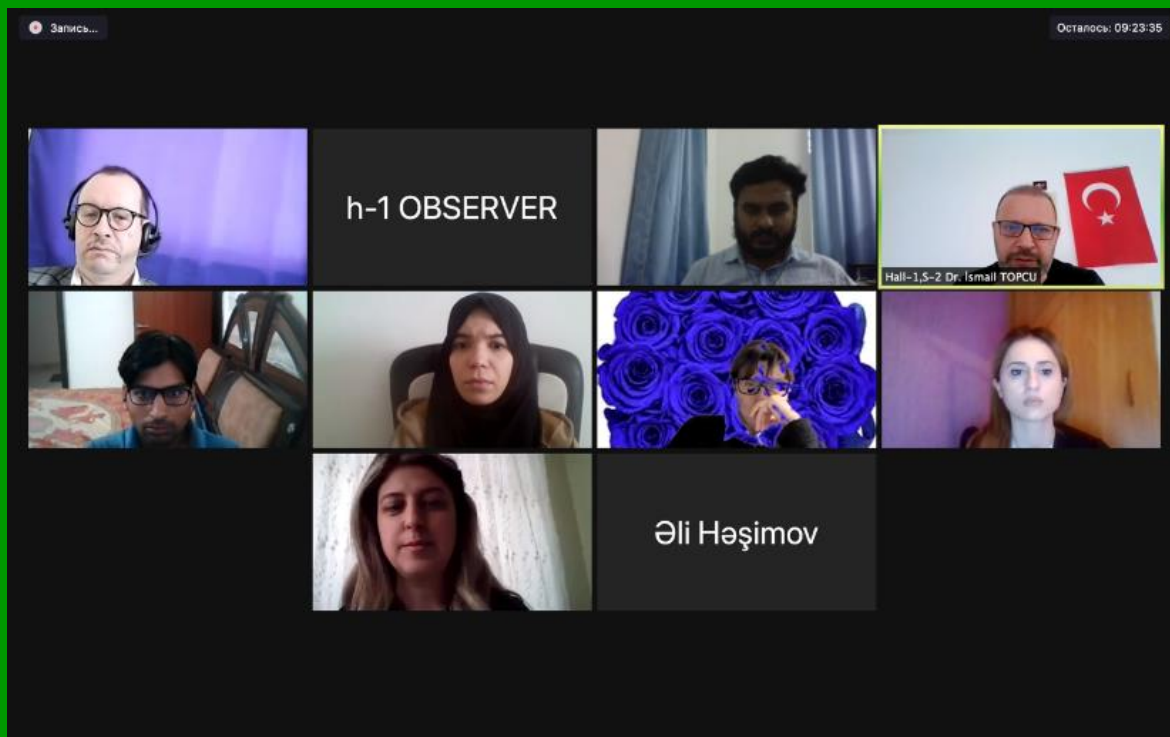
Pause/Stop Recording

Breakout Rooms

Reactions

Aramak için buraya yazın

11:06  
3.05.2021



Zoom meeting interface showing a presentation slide. The slide content is as follows:

**AL-FARABI INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES-II**  
**'NAKHCHIVAN' UNIVERSITY, AZERBAIJAN**  
**MAY 2-4, 2021**

**Fractional Adaptive Control for a Class of Self-excited Combustion System**

**Presented by:** Marwa BOUDANA  
ENPC, Algeria

**Co-authors:** Supervisor: Prof. Samir Ladaci, ENPC, Algeria  
 Co-supervisor: R.D. Jean-Jacques Loisseau, Is2n, , French

Logos for 'CENTRALE NANTES' and 'Polytech' are visible in the top right of the slide. The Zoom interface includes a top bar with 'Вы просматриваете экран Marwa Boudana' and 'Осталось: 08:13:33', and a bottom bar with controls like 'Включить звук', 'Участники', and 'Выйти из зала'.

Вы просматриваете экран Hall 1, NISHCHAY ... Настройки просмотра

Осталось: 08:44:11 Вид

### Introduction: energy storage in ferroelectric

- (a) Variation of ferroelectric domains during one charge-discharge process in ferroelectrics.
- (b) Sketch of energy storage density (ESD) and  $\eta$  during one charge-discharge process in P-E loop.
- (c-f) Sketches of four energy-storage materials and corresponding ESD with loss.

(a) Polarization vs. Electric Field showing domain evolution. (b) Efficiency  $\eta = \frac{\text{Energy Storage Density}}{\text{Energy Storage Density} + \text{Loss}}$ . (c) LD (Linear Dielectric). (d) FE (Ferroelectric). (e) RFE (Relaxor Ferroelectric). (f) AFE (Antiferroelectric).

02.05.2021 | Z. Sun et al., *Adv. Electron. Mater.* 6, 1900698, 2020. A Chauhan, et al. *Materials*, 8(12), 8009-8031, 2015

com.us is sharing your screen. Stop sharing Hide

Prof Samir Ladaci

h-1 OBSERVER

Hall 1, NISHCHAY ...

Hall-1, S-2 Dr. Ismail...

Hall-1, S-2 Dr. Satya...

Включить звук Включить видео Участники 11 Чат Демонстрация экрана Пауза/остановить запись Сессионные залы Реакции Выйти из зала

## CONTENT

|                      |         |
|----------------------|---------|
| CONGRESS ID          | i       |
| SCIENTIFIC COMMITTEE | ii-iii  |
| PHOTO GALLERY        | iv-viii |
| PROGRAM              | ix-xxix |
| CONTENT              | xxx-xli |

## FULL TEXT BOOK

|   |     |
|---|-----|
| <b>Zeynep NALE</b><br><i>PRODUCTION OF AROMA COMPOUNDS FROM FOOD WASTES THROUGH MICROBIAL FERMENTATION</i>  | 1   |
| <b>Nina CHAVDAR</b><br><i>EXPANDING THE BOUNDARIES OF CULTIVATION OF THERMOPHILIC CROPS DUE TO CLIMATE WARMING</i>  | 9   |
| <b>Burcu TUNCER</b><br><i>THE CURRENT STATE OF FRESH VEGETABLE PRODUCTION AND TRADE IN THE WORLD</i>  | 13  |
| <b>Tugay AYAŞAN, Fatma GÜNDÜZ, Köksal KARADAŞ, Behlül SEVİM</b><br><i>BREEDERS' OPINIONS ON THE USE OF CICER MILKVETCH (ASTRAGALUS CICER L.) IN LIVESTOCK: CASE OF ADIYAMAN</i> | 26  |
| <b>Selçuk Seçkin TUNCER</b><br><i>BEEF MEAT PRODUCTION AND TRADE</i>  | 36  |
| <b>Noor AKHRAS, Sultan CAN, Abuzer ÇELEKLİ, Hüseyin BOZKURT</b><br><i>PHENOLIC AND FLAVONOID CONTENT OF PROPOLIS</i>  | 42  |
| <b>Ganime Güliz Kök &amp; Sibel Bölek</b><br><i>INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF FOODS USING BLACK SEED ON HEALTH</i>  | 48  |
| <b>Walaa DİRANİ, Sultan CAN, Abuzer ÇELEKLİ, Hüseyin BOZKURT</b><br><i>ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF PROPOLIS</i>   | 54  |
| <b>Zemad Anjum Ojellah &amp; Syed Bilal Ahmed Zaidi</b><br><i>SELF-HEALING POTENTIAL OF ASPHALT MIXTURES AT DIFFERENT MICROWAVE HEATING TIMES</i>                               | 60  |
| <b>Faik GÖKALP</b><br><i>A THEORETICAL RESEARCH FOR THE ANTICANCER PROPERTIES OF VITAMIN D</i>  | 72  |
| <b>Deniz İzlen ÇİFÇİ, Ali Rıza DİNÇER, Feriha KARACA</b><br><i>TREATMENT OF TEXTILE WASTEWATER BY ADSORPTION AND MEMBRANE FILTRATION HYBRID SYSTEM</i>                          | 76  |
| <b>Deniz İzlen ÇİFÇİ, Ali Rıza DİNÇER, Feriha KARACA</b><br><i>WATER RECOVERY FROM BIOLOGICALLY TREATED TEXTILE WASTEWATER BY COAGULATION AND MEMBRANE FILTRATION METHOD</i>    | 84  |
| <b>Hakan ERKEK, Yusuf CALAYIR, Musa YETKİN</b><br><i>EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE ADANA GREAT CLOCK TOWER</i>                               | 92  |
| <b>Emre Burcu ÖZKARAOVA &amp; Neşe ÖZDEMİR</b>  | 100 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>PERMEABLE ORGANIC BIO-WALL SYSTEM</b>  |     |
| <b>Faruku Aliyu &amp; Corrienna Abdul Talib</b><br><i>SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS AND COLLABORATIVE LEARNING: A REQUIRED SKILLS FOR LEARNERS</i>   | 111 |
| <b>Aysu SARI ÇETİN</b><br><i>ISLAMIC ART GEOMETRIC ARCHITECTURE</i>   | 117 |
| <b>Dinçer ATASOY &amp; Hasan KARA</b><br><i>THE ATTITUDES OF STUDENTS IN THE DEPARTMENT OF MATHEMATICS ON THE SUBJECT OF DERIVATIVES</i>  | 125 |
| <b>Şuayip YÜZBAŞI &amp; Gamze YILDIRIM</b><br><i>AN OPERATIONAL MATRIX METHOD FOR NUMERICAL SOLUTIONS OF SINGULARLY PERTURBATED DIFFERENTIAL EQUATIONS</i>  | 139 |
| <b>Gamze YILDIRIM &amp; Şuayip YÜZBAŞI</b><br><i>A COLLOCATION METHOD FOR THE APPROXIMATE SOLUTION OF LINEAR NEUTRAL DELAYED DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH VARIABLE COEFFICIENT</i>                                       | 150 |
| <b>Şuayip YÜZBAŞI &amp; Gamze YILDIRIM</b><br><i>APPROXIMATE SOLUTIONS OF SINGULAR PERTURBATED DELAY DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH THE HELP OF THE BERNSTEIN COLLOCATION METHOD</i>                                       | 160 |
| <b>Monday Osagie Adenomon</b><br><i>STATISTICAL CAPACITY BUILDING AMONG STUDENTS AND USERS OF STATISTICS THROUGH DATA ETHICS AND DATA SCIENCE TECHNIQUES IN NORTH CENTRAL NIGERIA</i>                                   | 170 |
| <b>Monday Osagie Adenomon</b><br><i>THE LONG RUN EFFECTS OF SOME MACROECONOMIC VARIABLES ON GDP OF FINANCIAL INSTITUTIONS IN NIGERIA USING AUTOREGRESSIVE DISTRIBUTED LAG AND FULLY MODIFIED ORDINARY LEAST SQUARES</i> | 176 |
| <b>Eman Salem Khaffaf &amp; Zeyad Tariq Madalah</b><br><i>THE INTERNET EXCESSIVE USE EFFECT ON THE SOCIAL LIFE AND ACADEMIC PERFORMANCE OF THE MOSUL UNIVERSITY STUDENTS - IRAQ</i>                                     | 188 |
| <b>Cansu SARI TEKİN</b><br><i>GREEN BUILDINGS</i>   | 199 |
| <b>Mohammad Jabbari &amp; Manizhe Zakeri</b><br><i>MOTION PLANNING OF A CONTINUUM ROBOT IN MEDICAL SURGERIES</i>  | 204 |
| <b>Gökhan GÜRSES &amp; Ali AKÇAKAYA</b><br><i>COMBINED THERAPY OF MARSUPIALIZATION AND ENUCLEATION IN THE TREATMENT OF LARGE RADICULAR CYST</i>   | 211 |
| <b>Gökhan GÜRSES &amp; Ali AKÇAKAYA</b><br><i>ISOLATED ALVEOLAR FRACTURE: A RARE CASE REPORT</i>  | 215 |
| <b>M.Ertan GÜNEŞ, Perihan Erkan ALKAN, A.Ümit SABANCI, Cüneyt ÖZAKIN</b><br><i>2% ZINCCHLORIDE NANOBUBBLE LIPOSOMES: A NEW ROUTE TO FIGHT BACTERIAL INFECTIONS?</i>   | 219 |
| <b>G.M. Sayakova &amp; J.E. Beksultanov</b>   | 222 |



|  |            |
|--|------------|
| <b><i>APPLICATION OF THE GLC METHOD ACCORDING TO THE PHARMACOPOEIAL REQUIREMENTS OF KAZAKHSTANI MEDICINAL PLANT MATERIALS - SIBERIAN FIR (ABIES SIBIRICA), PINE FAMILY</i></b>                       |            |
| <b>Abdulhalık YEŞİLYURT, Dilek ÖZTAŞ, Ergün ERASLAN</b><br><b><i>OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN HAND TOOLS</i></b>  | <b>228</b> |
| <b>Artun ONUKER, Dilan ERBAŞ, Asya Banu BABAĞLU</b><br><b><i>ASSESSMENT OF NON-PRESCRIPTION MEDICATION USE AMONG UNIVERSITY STUDENTS</i></b>   | <b>234</b> |
| <b>Şeyda KAZANÇ &amp; Şerife KARAGÖZOĞLU</b><br><b><i>USE OF TECHNOLOGY IN NURSING EDUCATION DURING COVID-19 PANDEMIA: AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY APPLICATIONS</i></b>                            | <b>242</b> |
| <b>Şerife KARAGÖZOĞLU &amp; Esra ELİK</b><br><b><i>TEAMWORK AND QUALITY OF CPR PRACTICES IN OUT-OF-HOSPITAL CARDIAC ARREST CASES: FROM A NURSING PERSPECTIVE</i></b>                                 | <b>249</b> |
| <b>Şeyda KAZANÇ &amp; Şerife KARAGÖZOĞLU</b><br><b><i>SIMULATION APPLICATIONS IN NURSING EDUCATION FROM PAST TO PRESENT</i></b>  | <b>259</b> |
| <b>Rüveyda KOCUR, Dilek ÖZTAŞ, Abdullah YILDIZBAŞI, Ergün ERASLAN</b><br><b><i>MOTORLU ARAÇLARDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ</i></b>   | <b>268</b> |
| <b>Emine KORKMAZ &amp; Şerife Karagözoğlu</b><br><b><i>KORONER GİRİŞİM SONRASI PERİFERİK VASKÜLER KOMPLİKASYONLARIN ÖNLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER VE HEMŞİRENİN ROLÜ</i></b>                     | <b>272</b> |
| <b>Seda KARAMAN &amp; Ozlem ÇINAR ÖZDEMİR</b><br><b><i>INVESTIGATION OF SPINAL POSTURE, DEPRESSION AND QUALITY OF LIFE OF FORMAL CAREGIVERS OF THE DISABLED CHILDREN AND ELDERLY INDIVIDUALS</i></b> | <b>281</b> |
| <b>Юрьева Юлия Александровна</b><br><b><i>ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</i></b>   | <b>287</b> |
| <b>M. Zakeri, J. Faraji, E. Baradaria</b><br><b><i>EVALUATION OF THE EFFECT OF A431 EPIDERMIS SKIN CANCER CELL STIFFNESS USING ATOMIC FORCE MICROSCOPY</i></b>                                       | <b>292</b> |
| <b>Nagehan Can</b><br><b><i>EVALUATION OF THE USE OF DIFFERENT GROUPS OF PROFILACTIC ANTIBIOTICS IN CATARACT SURGERY</i></b>   | <b>298</b> |
| <b>Zafer Cengiz ER, Bugra DESTAN, Sedat ÖZCAN, Sameh ALAGHA</b><br><b><i>COMPARISON OF RADIOFREQUENCY AND CYANOACRYLATE EMBOLIZATION TREATMENTS IN VENA SAFENA MAGNA ABLATION</i></b>                | <b>304</b> |
| <b>Zafer Cengiz ER, Fethi Sada ZEKEY, Sameh ALAGHA</b><br><b><i>ENDO VENOUS LASER ABLATION IN THE TREATMENT OF VENOUS INSUFFICIENCY; CASE SERIES</i></b>   | <b>310</b> |
| <b>Narin KARABULUT, Yagmur OLMEZ, Gonca Ozmen KOCA, Assoc. Prof. Sengul DOĞAN</b>  | <b>316</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>WAVE HEIGHT ESTIMATION WITH FLOW SPEED BY USING ELM AND ANN METHODS</b>   |            |
| <b>İsmail TOPCU</b><br><b>EXAMINATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF BIO VISORS PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING METHOD DURING THE COVID-19 PANDEMIC PROCESS</b>  | <b>323</b> |
| <b>İsmail TOPCU</b><br><b>MANUFACTURING OF PLA BIOPSPERCUITS NEEDED IN THE COVID-19 PANDEMIA PROCESS BY ADDITIVE MANUFACTURING METHOD</b>  | <b>332</b> |
| <b>Selin ÖZDEMİR, İrem FİNCAN, Özgür ÇOPKUR, Mustafa BİRİCİKÖZCAN</b><br><b>INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF FLAME RETARDANT ADDITIVES ON PVC WALL COVERINGS</b>  | <b>339</b> |
| <b>Shvets S. V.</b><br><b>UNIVERSAL PARAMETER CALCULATION METHOD METAL CUTTING MODES</b>   | <b>345</b> |
| <b>Fatma BİRGİLİ &amp; Nezihe BULUT UĞURLU</b><br><b>THE EXPERIENCES OF A NURSE GIVING THE NURSING CARE TO COVID-19 POSITIVE PATIENTS: A CASE REPORT</b>   | <b>349</b> |
| <b>Fatma BİRGİLİ &amp; Nezihe BULUT UĞURLU</b><br><b>SOCIAL SUPPORT CLOSURES DURING THE COVID-19 PANDEMIC AND THEIR IMPACT ON THE ELDERLY AND CAREGIVERS: A CASE REPORT</b>  | <b>358</b> |
| <b>Anand K. Tyagi</b><br><b>CATION DEFICIENT DIELECTRIC RESONATOR PEROVSKITE ELECTROCERAMICS</b>   | <b>368</b> |
| <b>Nursel ŞAHİN, Şenay ÇATAK, Gamze AKBULUT</b><br><b>EVALUATION OF THE TOTAL WATER INTAKE BY DIET AND PHYSICAL ACTIVITY IN ADULT INDIVIDUALS DURING COVID-19 PERIOD</b>   | <b>374</b> |
| <b>Şenay ÇATAK, Nursel ŞAHİN, Gamze AKBULUT</b><br><b>EVALUATION OF THE EFFECTS OF THE NUTRITIONAL HABITS OF INDIVIDUALS ON MENTAL HEALTH IN COVID-19 PANDEMIA</b>   | <b>380</b> |
| <b>Gamze AKBULUT &amp; Şule GÜL</b><br><b>THE EFFECT OF DEPRESSION AND SLEEP QUALITY ON NUTRITIONAL STATUS</b>   | <b>386</b> |
| <b>Burcu AKÇA, Bekir GÜRBULAK, Salih Zeki ERZENEÖĞLU</b><br><b>MEASUREMENT OF THE TRANSMISSION COEFFICIENT OF <math>TlGaSe_2</math>, <math>TlInGaSe_2</math>, <math>Ga_{0.9}In_{0.1}Se</math>, <math>GaTe_{0.4}Se_{0.6}</math>, <math>GaTe_{0.8}Se_{0.2}</math> SEMICONDUCTORS</b> | <b>399</b> |
| <b>Abdullah GÖKTAŞ &amp; Sultan GÖKTAŞ</b><br><b>PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF METAL DOPED ZNO NANOSTRUCTURES</b>   | <b>404</b> |
| <b>Abdullah GÖKTAŞ</b><br><b>STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF FE DOPED ZNO THIN FILMS DERIVED BY SOL-GEL AND MAGNETRON SPUTTERING</b>  | <b>409</b> |
| <b>Meryem OTU &amp; Şerife KARAGÖZOĞLU</b>   | <b>415</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b><i>NONCOMPLIANCE TO THERAPEUTIC REGIMEN AND ILLNESS PERCEPTION</i></b>   |            |
| <b>Tuğçe BULMUŞ TÜCCAR &amp; Gamze AKBULUT</b><br><b><i>EVALUATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT DIET PATTERNS ON POSTPRANDIAL RESTING ENERGY EXPENDITURE</i></b>   | <b>421</b> |
| <b>Abdurrahman Akdag</b><br><b><i>ANTICORROSION BEHAVIOUR OF POLY(N-ETHYLANILINE) FILM ON ZNFE PLATED CARBON STEEL</i></b>  | <b>428</b> |
| <b>Abdurrahman Akdag</b><br><b><i>POLY(ANILINE-CO-O-ANISIDINE-N-METHYLPYRROLE)-TiO2 NANOCOPOSITE COATING ON CARBON STEEL</i></b>  | <b>433</b> |
| <b>İpek ADA ALVER &amp; AYTEN KİMİRAN</b><br><b><i>DETERMINATION OF THE EFFECT OF HUWA-SAN TR50 BIOCIDES ON Legionella pneumophila BACTERIA BY DIFFERENT METHODS</i></b>  | <b>438</b> |
| <b>Nino Chkhartishvili &amp; Nino Abesadze</b><br><b><i>POTENTIAL OF GEORGIAN ABORIGINAL GRAPES IN ENOLOGY</i></b>  | <b>449</b> |
| <b>Даньшева Светлана Олеговна, Дитюк Светлана Алексеевна, Игнатова Валентина Владимировна, Тесаловская Ольга Борисовна,</b><br><b><i>К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО И СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ</i></b> | <b>454</b> |
| <b>Murat KİBAR</b><br><b><i>SUCCESSFUL TREATMENT OF CUTANEOUS SOLID TYPE ADENOCARCINOMA WITH CRYOSURGERY IN A PEKINGESE DOG</i></b>   | <b>459</b> |
| <b>Akhmetbekov A.K., Sayakova G.M., ZHAKSYLYKOV N. N., Ibadullayeva G.S., ZHETEROVA S. K.</b><br><b><i>DETERMINATION OF ORGANIC COMPOUNDS IN THE PLANT EXTRACT OF NARROW-LEAVED FIREWEED</i></b>                            | <b>463</b> |
| <b>Esra YAZICI &amp; Sait ENGİNDENİZ</b><br><b><i>DISSEMINATION OPPORTUNITIES OF HEMP GROWING FOR BIODIESEL PRODUCTION IN TURKEY</i></b>  | <b>468</b> |
| <b>İsmail ÇİFTÇİ, Cennet OĞUZ, Fatma ÇİFTÇİ</b><br><b><i>KONYA CITY CEREAL PRODUCTION STATUS AND IMPORTANCE</i></b>   | <b>477</b> |
| <b>Zeliha ŞAHİN &amp; Mustafa Hakkı AYDOĞDU</b><br><b><i>RYE PRODUCTION IN TURKEY: GENERAL ANALYSIS OF CHANGES IN RECENT YEARS</i></b>  | <b>491</b> |
| <b>Zeliha ŞAHİN &amp; Mustafa Hakkı AYDOĞDU</b><br><b><i>GENERAL EVALUATION OF RECENT PERIODS OF SAINFOIN FARMING IN TURKEY</i></b>   | <b>500</b> |
| <b>Murat KİBAR</b><br><b><i>COMPARISON OF INTRAOPERATIVE EFFECTS OF INTRATESTICULAR LIDOCAINE IN CATS WITH XYLASINE-KETAMINE AND XYLASINE-PROPOFOL ANESTHESIA UNDERGOING ROUTINE CASTRATION</i></b>                         | <b>507</b> |
| <b>Muhammet DEMİRBAŞ &amp; M. Kenan DÖŞOĞLU</b><br><b><i>INVESTIGATION OF SMALL SIGNAL STABILITY WITH DIFFERENT AVR MODELS, POD, UPFC IN MULTI-MACHINE POWER SYSTEMS</i></b>  | <b>512</b> |
| <b>M. Kenan DÖŞOĞLU, Enes KAYMAZ, Muhammet DEMİRBAŞ</b><br><b><i>EFFECTS ON POWER FLOW AND LOSSES OF ZIP LOAD MODELING IN POWER SYSTEMS DIFFERENT BUSES</i></b>   | <b>522</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Amhimmid Q. Almabrouk &amp; Abdussalam Ali Ahmed</b><br><i>OBSERVER DESIGN FOR STATE VARIABLE FEEDBACK CONTROLLER BY MATLAB</i>   | <b>530</b> |
| <b>Ибрагимова Р.С., Майданов А. К. Бижанов Б. З.</b><br><i>РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ НАХОДКА СУБХОНДРАЛЬНОЙ КИСТЫ ПРИ ДЕФОРМИРУЮЩЕМ ОСТЕОХОНДРОЗЕ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА</i> | <b>550</b> |
| <b>Ruzudzhenk S.</b><br><i>DEVELOPMENT OF STRUCTURAL INTERACTING TECHNOLOGIES SCHEME FOR TRAINING OF NEURAL NETWORKS</i>   | <b>554</b> |
| <b>И. Арсени</b><br><i>ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФИНАНСОВО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ГРУПП В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА</i>   | <b>561</b> |
| <b>Elif Özlem AYDIN, Elif Sibel KOTAN</b><br><i>ERZURUM MECİDİYE TABYASI VE YENİDEN İŞLEVLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ÖNERİ: ERZURUM HARP TARİHİ MÜZESİ</i>                        | <b>566</b> |
| <b>Gamze AKBULUT, Emine Nüket ÜNSAL</b><br><i>KONSTİPASYON BASKIN İRRİTABL BAĞIRSAK SENDROMU (İBS) OLAN BİREYLERDE FARKLI DİYET TEDAVİLERİNİN KONSTİPASYON DURUMUNA ETKİSİ</i> | <b>578</b> |

## GIDA ATIKLARINDAN MİKROBİYAL FERMANTASYON YOLUYLA AROMA BİLEŞENLERİNİN ÜRETİLMESİ

### PRODUCTION OF AROMA COMPOUNDS FROM FOOD WASTES THROUGH MICROBIAL FERMENTATION

**Zeynep NALE**

Öğr. Gör. Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Susurluk Meslek Yüksekokulu,

ORCID: 0000-0003-1700-8597

#### ÖZET

Üretilen gıdanın azımsanmayacak bir kısmının zayi olması ve bir yandan da sürekli artan dünya nüfusu için yeterli gıda kaynağının bulunmaması günden güne önemi artan kritik sorunlardır. Gıda atıklarının yeniden değerlendirilmesiyle birlikte yaklaşık olarak dünya nüfusunun altıda birlik kısmının besin ihtiyacının giderilmesinde kilit bir adım atılmış olurken, atıkların çevre üzerindeki olumsuz etkisinin hafifletilmesi fırsatı da yakalanmış olacaktır.

Pazar standartlarını karşılamadığı için ve tüketilene dek raf ömrü tamamlandığı için her yıl büyük miktarlarda gıda dünyanın farklı yerlerinde çöpe atılmaktadır. Tarladan sofraya gelene kadar hammaddenin geçirdiği dönüşüm sürecinde de çeşitli kayıplar yaşanmaktadır. Üreticilere yönelik ekonomik kaybın yanı sıra, ıskartaya çıkan gıda önemli bir çevre sorunu da oluşturmaktadır. Bu noktadan değerlendirildiğinde bir problem olan gıda atıkları aslında aromatik bileşikler, pigmentler, uçucu yağlar ve antibiyotikler gibi çeşitli ileri seviye biyokimyasal maddelerin üretimi için hammadde olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Gıda atıklarından ekstraksiyon, distilasyon gibi fiziksel yöntemler yardımıyla aroma ve tat bileşenleri, renk pigmentleri gibi çeşitli maddelerin elde edilmesi uzun yıllardır uygulanan bir metottur. Ancak son yıllarda üzerinde durulan yöntemlerden biri mikroorganizmalar yardımıyla atık haldeki gıdalardan katma değeri yüksek aroma maddelerinin üretilmesidir. Endüstriyel ölçekte üretime henüz uygun olmayan bu biyo sistemler daha az kimyasal madde kullanımı yönüyle daha çevreci uygulamalar olmasının yanı sıra söz konusu biyo sistemlerde üretilen ürünlerin “doğal” etiketine sahip oluşu tüketiciler tarafından daha cazip karşılanmaktadır.

Bütün bu bilgiler göz önünde bulundurularak bu çalışmada gıda atıklarından mikrobiyal fermantasyon yoluyla katma değeri yüksek ürünler elde edilmesine yönelik temel teorik bilgiler paylaşılmış olup, bu kapsamda yapılmış bazı akademik çalışmalara yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** atık, gıda, mikroorganizma, fermantasyon

#### ABSTRACT

The loss of a substantial part of the food produced and the lack of sufficient food resources for the ever-increasing world population are critical problems that are increasing day by day. With the reuse of food waste, a key step has been taken to meet the nutritional needs of approximately one-sixth of the world's population, and the opportunity to alleviate the negative impact of waste on the environment will also be achieved.

Large quantities of food are thrown away in different parts of the world every year, as it does not meet market standards and its shelf life is completed until it is consumed. Various losses are also experienced in the transformation process of raw materials from the field to the table. In addition to the economic loss to producers, discarded food is also a major environmental problem. Food waste, which is a problem from this point of view, actually has the potential to be used as raw materials for the production of various advanced biochemical substances such as aromatic compounds, pigments, essential oils and antibiotics. It is a method that has been used for many years to obtain various substances such as flavor and taste components and color pigments from food waste with the help of physical methods such as extraction and distillation. However, one of the methods that has been emphasized in recent years is the production of flavoring substances with high added value from waste foods with the help of microorganisms. These bio systems, which are not yet suitable for production

on an industrial scale, more friendly to environment in terms of using less chemicals, as well as the "natural" label of the products produced in these bio systems are more attractive by consumers.

Considering all this information, in this study, basic theoretical information about obtaining high value-added products from food waste by microbial fermentation has been shared and some academic studies have been included in this context.

**Keywords:** waste, food, microorganism, fermentation

## 1. GİRİŞ

Gıda işleme ve depolama zinciri boyunca atık maddeler ve çeşitli yan ürünler üretilmektedir. Söz konusu süreçlerden kaynaklanan atık içerisinde tekrar kullanılma potansiyeline sahip maddeler de bulunabilmektedir. Ancak oluşan atıklar sadece ekonomik bir kayıp olarak değerlendirilmemeli bu konunun aynı zamanda önemli bir çevre ve etik problemi olduğu da gözden kaçırılmamalıdır. Üretilen atık miktarını sınırlamak, daha fazla dönüşüm sağlamak, farklı alanlarda farklı uygulamalar gerçekleştirmek için yenilikçi stratejilere ihtiyaç bulunmaktadır. Bakteriler, mayalar, küfler gibi farklı mikroorganizmalar tarafından uygulanabilen katı hal fermantasyonu ile tarımsal gıda atıklarından ve/veya yan ürünlerinden katma değeri yüksek yeni ürünler elde edilmesi, laktik asit bakterilerinin çeşitli aromatik bileşenlerin üretiminde yine söz konusu atık ve/veya yan ürünleri kullanması son zamanların ilgi çekici biyoteknolojik proseslerindedir.

## 2. GIDA ATIĞI TANIMLAMASI

Günden güne artan dünya nüfusu için son birkaç yıl içerisindeki en büyük endişe kaynaklarından biri artan gıda atıkları ve gıda kaybı olarak belirtilmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün açıklamalarına göre; insan tüketimine sunulan gıdaların yaklaşık 1/3'ü israf edilmektedir (FAO, 2013). 2050 yılına kadar öngörülen küresel nüfus artış hızı dikkate alınarak önümüzdeki yıllarda gıda üretiminde artış olması mutlak surette önemlidir (BM, 2021). Bu durum gıda atık yönetimi ve bertarafı konusunda ciddi bir sorun teşkil etme potansiyelindedir.

Gıda atığı yüksek değerlikli bileşen potansiyeline bakılmaksızın gıdanın iskartaya çıkartılan herhangi bir parçası olarak tanımlanmaktadır (Hartikainen ve ark., 2018). Menşesine veya üretimine bağlı olarak, gıda atıkları karbonhidratların, proteinlerin, lipitlerin değişken yapıda bir çeşit kimyasal bileşimi olabileceği gibi farmasötik, kozmetik, aroma endüstrisi gibi farklı alanlarda kullanılacak bir tür bileşen de olabilmektedir. Gıda yan ürünlerini kullanmak, doğal ürünlere yönelik pazar talebi ve düşük malzeme girdileri nedeniyle aroma endüstrisi için maliyet etkin bir uygulama olarak değerlendirilebilir (Galanakis, 2020).

Gıda atıklarından katma değeri yüksek tat ve aroma bileşenleri üretilmesinde fermantasyon yönteminin kullanılması son zamanların dikkat çeken uygulamaları arasında yer almaktadır. Fermantasyonda laktik asit bakterilerinin kullanımı üzerinde durulmaktadır. Bu durumun sebepleri arasında söz konusu bakteri grubunun genel olarak GRAS (*İng. Generally Recognized As Safe-* genel olarak güvenli kabul edilmiş) statüsünde bulunmaları ve gıda üretim süreçlerinde aroma oluşumundaki rollerinin iyi biliniyor oluşu gösterilebilir. Bununla birlikte atık ve yan maddelerin biyodönüşüm süreçlerinde kullanılabilirlikleri üzerine henüz sınırlı bir odaklanma söz konusudur.

## 3. TARIMSAL GIDA ATIĞININ TANIMLANMASI VE YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK UYGULAMALAR

Farklı gıda sektörleri içerisinde üretim-tüketim zincirinde toplam %45'e ulaşan kayıp oranıyla meyve sebze endüstrisi en çok atık üreten sektör olarak dikkat çekmektedir (Fidelis ve ark., 2019). Gıda atıkları, gıda üretim zincirinin hangi basamağında oluştuğu dikkate alınarak;

- i. Tarlada hasat öncesi zararlı istilası ve/veya olumsuz hava koşullarından zarar gören mahsuller nedeniyle oluşan atıklar,
- ii. Hasat sonrası ulaşım aşamasında bozulan ve/veya çürüyen ürünlerin atılmasıyla oluşan atıklar,

iii. Gıda üretim sürecinin herhangi bir basamağında soyma, yıkama ve dilimleme gibi aşamalarda oluşan atıklar,

iv. Perakende satış aşamasında market gibi satış yerlerinde ürünün tamamen doğal yollarla bozulması veya raf ömrünü tamamlaması gibi sebeplerle oluşan atıklar şeklinde dört kategoride derlenebilir (Ravindran ve Jaiswal, 2016).

Gıda atıklarının geri kazanımı ve yönetimi önemli ve dikkatle ele alınması gereken bir konudur. Mevsimsellik, yüksek besin bileşimi ve su içeriği nedeniyle kolay bozunabilirlik, ürünlerin heterojen yapısı tarımsal gıda atığı yönetiminde yaşanacak muhtemel zorluklar ve problemler arasında ilk sıralarda gösterilmektedir (Giroto ve ark., 2015). Uygulanabilir ve ekonomik olarak sürdürülebilir bir tarımsal gıda atığı geri dönüşüm programı geliştirebilmek için; belirli bir bölgede yoğunlaşmış yüksek miktarda hammaddeye, yüksek homojenliğe ve ileriki basamakların dikkatli bir maliyet analizine ihtiyaç duyulmaktadır (Pfaltzgraff ve ark., 2013).

Gıda atıkları meydana geldikleri coğrafyaya göre şekillenmektedir. Kırsal alanlarda ve çiftliklerde oluşan organik atıklar genellikle hayvanlar için yem ve toprak için gübre şeklinde değerlendirilmektedir. Şehirleşmenin yüksek olduğu bölgelerde meydana gelen ve daha karışık bir yapıya sahip olan evsel atıklar yakılmak üzere katı atık depolama sahalarında bekletilmekte, bu da yer altı sularının ve havanın kirliliğinin artmasına sebep olmaktadır (Sánchez ve ark., 2015).

Atıkların değerlendirilmesi teorisi geri dönüşüm ve yeniden kullanım teknolojileriyle sıkı bir ilişki içerisinde. Atıkların değerlendirilmesinin arkasında yatan esas amaç atıkları katma değeri yüksek başka kaynaklara dönüştürerek atıkların değerinin artmasının sağlanmasıdır. Sonuçta ortaya çıkan ürünler yerel ve küresel ekonomi için avantajlı yeni tür kimyasalları ve yakıt kaynaklarını içerebilmektedir. Örneğin; soya ve mısır sapı gibi lignoselülozik yan ürünler ile buğday samanı kağıt endüstrisinde ve/veya yüksek mukavemetli yapı ürünleri hazırlamak için biyobozunur polimer matrislerde takviye amacıyla kullanılabilir (Bhuyan ve ark., 2020). Bütün bu ihtimaller göz önünde bulundurulduğunda en umut verici uygulama biyorafineriler olarak değerlendirilmektedir. Biyorafineriler biyokütle hammaddesinin ekstraksiyonu veya çeşitli kimyasal ya da biyolojik işlemler neticesinde katma değeri yüksek ürünlere ve/veya yeşil enerji kaynaklarına dönüştürüldüğü uygulama alanlarıdır (Carmona-Cabello ve ark., 2018).

Bu yeni endüstriyel süreçte organik materyal katı hal fermantasyonu (*İng. Solid State Fermentation, SSF*), batık kültür fermantasyonu (*İng. Submerged Fermentation, SmF*) veya anaerobik solunum gibi tekniklerle muamele edilmektedir. Nişastalı hammaddeden *Saccharomyces cerevisiae* ve *Clostridium acetobutyricum* gibi mikroorganizmalar aracılığıyla biyoetanol ve biyobütanol eldesi söz konusu sürece örnek olarak gösterilebilir. Bu örnekte nişastalı polimerin enzimatik bir müdahaleyle mikroorganizmaların fermantasyon aşamasında kullanabileceği monomer formu olan glukozu dönüştürülmesi gerektiği unutulmamalıdır (Giroto ve ark., 2015).

Pirinç, buğday ve mısır dünya genelinde geniş ekim alanına sahip olmalarıyla ana besin kaynaklarını temsil etmektedir. Tahılların işlenmesi sırasında yüksek selüloz ve hemiselüloz içeriğine sahip ve dolayısıyla biyoyakıt üretimine uygun nitelikte sap ve kabuk gibi yan ürünler açığa çıkmaktadır (Bledzki ve ark., 2010). Ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen pek çok bileşen gıdalarda katkı maddesi (renklendirici, jelleştirici vs) olarak kullanılmaktadır. Çarkifelek meyvesi kabuğundan, elma ve şeftali posasından ekstraksiyon yoluyla elde edilen pektin gıdalarda jelleştirici, koyulaştırıcı ve stabilizör olarak kullanılmaktadır (Naqash ve ark., 2017). Domates ve havuç posasından, mango ve portakal kabuğundan likopen ve  $\beta$ -karoten gibi gıda renklendiricisi olarak kullanılan doğal pigmentler elde edilmektedir. Muz kabuğundan geri kazanılan diyet lifi fırıncılık ürünlerinde kullanılmaktadır (Galanakis, 2020). Portakal suyunun lif içeriği yüksek yan ürünleri iyi bir "fat replacer (yağ yerine geçen madde)" kaynağı olarak belirtilmekte, dondurma üretiminde kullanılması noktasında iyi bir potansiyele sahip olduğu değerlendirilmektedir (De Moraes Crizel ve ark., 2013). Yaban mersini yan ürünlerinden, üzüm posasından ve egzotik meyvelerden ekstraksiyon yoluyla elde edilen antosiyanidinler renklendirme ajanı olarak kullanılabilirler. Ayrıca antosiyanidinlerin sağlık üzerine olumlu bazı etkilerinin bulunduğu çeşitli akademik araştırmalarda belirtilmektedir (Klavins ve ark., 2018). Meyve ve sebzelerin yan ürünlerinden ve/veya atıklarından ekstrakte edilen flavonoidler, flavanoller, çeşitli polifenolik bileşikler, mineraller fonksiyonel gıda üretiminde ve/veya nutrasötiklerin üretiminde takviye olarak kullanılabilirler (Ben-Othman ve ark., 2020).

Geri dönüşüm ve geri kazanım uygulamalarının yaygınlaşması için sadece teknik bilgi ve altyapıya değil atıklarla ilgili genel düşünce yapısının kırılmasına da ihtiyaç duyulmaktadır. Atıklar ve yan ürünlerle ilgili olarak tamamen faydasız olduklarına ve geri kullanılabilme ihtimallerinin bulunmadığına dair yerleşmiş bir algı bulunmaktadır. Dahası atıklarla ilgili resme geniş perspektiften bakılmalı, tek bir firma veya sektör odağında değerlendirme yapılmamalıdır. Geri dönüşümle ilgili hedeflere ulaşabilmek için sektörler arası iletişim ağının güçlü olması önem arz eden bir nokta olup, faydalı ve üretken stratejilerin geliştirilebilmesi için kapalı bir sistem inşa edilmesi, farklı sektörler arasında endüstriyel boyutta simbiyotik bir ilişkinin hayata geçirilmesi gerekmektedir.

#### 4. AROMA BİLEŞENLERİNİN ÜRETİMİNDE TARIMSAL GIDA ATIKLARININ FERMENTE EDİLEREK YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Fermantasyon ekmek, şarap, turşu, yoğurt gibi gıdaların üretiminde kullanılan ve geçmişi çok eski uygarlıklara kadar uzanan bir muhafaza ve üretim tekniğidir. Gerçekleşen mikrobiyal dönüşümle birlikte son ürün daha kolay sindirilebilirliğe, daha gelişmiş aromaya ve duyuşal özelliklere, daha uzun raf ömrüne sahip olmaktadır. Günümüzde fermente gıdaların besinsel, teknolojik ve organoleptik özelliklerinin geliştirilmesi üzerine yoğunlaşan bir ilgi söz konusudur. Fermente gıdaların sağlık üzerine olumlu etkilerinin bilinirliğinin de iyice artmasıyla ve yeni starter kültürlerin geliştirilmesiyle birlikte aroma ve tat özellikleri geliştirilmiş yeni ürünler gündem güne artış göstermektedir. Artan starter kültür çeşitliliği sayesinde sadece kendine has özellikleri bulunan yeni gıda ürünleri üretilmekle kalmayıp, biyokataliz yoluyla çeşitli öncül maddeler aroma ve koku bileşenlerine dönüştürülmektedir (Vinicius De Melo Pereira ve ark., 2020).

Mikroorganizmaların enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla organik bileşikler anaerobik solunum yoluyla parçalanmasına fermentasyon denilmektedir. Fermentasyon enerji tüketim değerinin ve atık su üretiminin az olması, genel olarak düşük maliyetli ve organik atıklardan katma değeri yüksek bileşiklerin üretilbildiği bir proses olması gibi avantajlarıyla dikkat çeken bir uygulamadır (Tlais ve ark., 2020). Katı hal fermentasyonunda arzu edilen ürüne göre kullanılacak olan bakteri, maya ve küf gibi mikroorganizmalar hammadde üzerinde gelişime bırakılır ve sisteme dışardan su takviyesi yapılmaz. Genellikle %40-80 arası nem oranında gerçekleşen bu fermentasyon türü için çoğunlukla maya ve küfler tercih edilmektedir (Ali ve Zulkali, 2011).

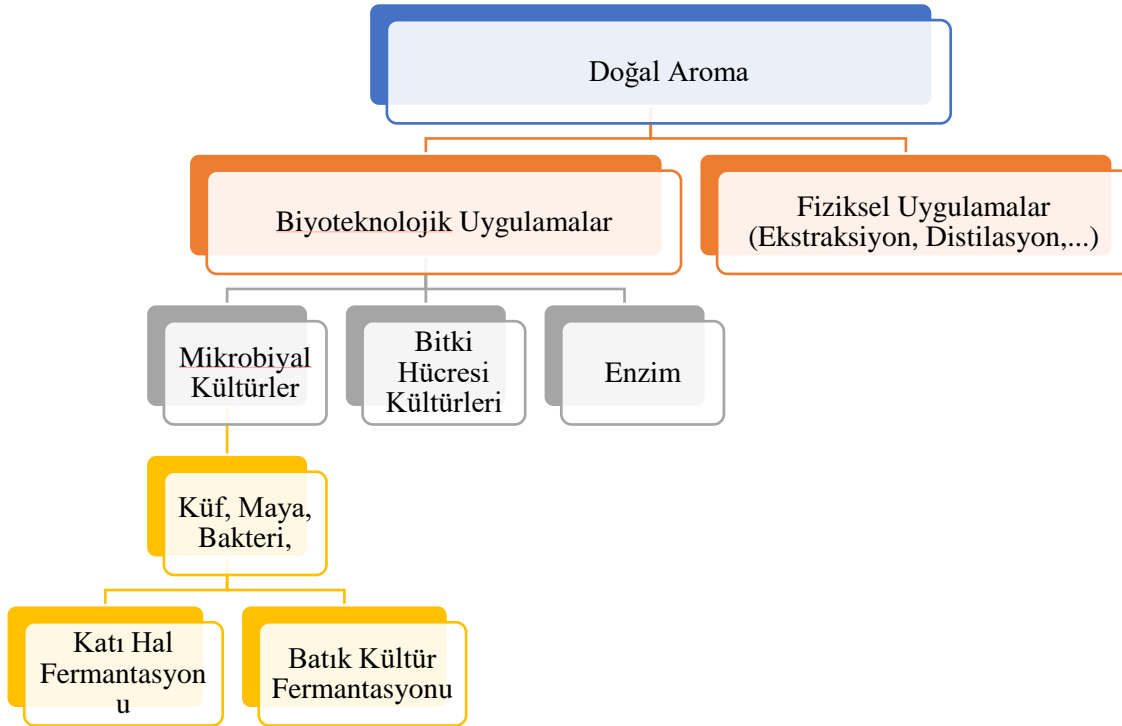
Pek çok farklı çalışmada açıklandığı gibi tarımsal gıda atıklarının fermentasyonuyla antibiyotik, renklendirici pigmentler, antifungal ve antimikrobiyal etkiye sahip yüzey aktif maddeler, hidrolitik enzimler, biyoaktif bileşenler gibi katma değeri yüksek ürünler üretilmektedir (Cerde ve ark., 2019).

Katı hal fermentasyonu uygulanarak aroma bileşenlerinin üretimine yönelik son yıllarda artan bir ilgi söz konusudur. Lezzet ve tat bileşenleri kimyasal yöntemlerle sentezlenebilir, organik maddeden doğrudan ekstrakte edilebilir veya biyoteknolojik bir süreçle türevlendirilebilir (Sales ve ark., 2018). Doğal aromaların elde edilme süreçlerine ilişkin temel süreç Şekil-1'de sunulmuştur (Longo ve Sanromán, 2006).

Biyoteknolojik süreçler neticesinde çok çeşitli alanlarda kullanılacak farklı niteliklerde katkı maddeleri üretilmektedir. Ayrıca biyoteknolojik uygulamalar kimyasal sentez yöntemlerine kıyasla daha az miktarda çözücü kullanıldığı için daha çevre dostu süreçler olarak ifade edilmektedir (De Oliveira Felipe ve ark., 2017). Biyoteknolojik uygulamalar neticesinde elde edilen aromalar sadece gıda endüstrisinde değil, orijinal ürünün aromasını değiştirilmesi veya geliştirilmesi gibi amaçlarla kimya, kozmetik, ilaç sanayinde de kullanım alanı bulmaktadır. Bu açıdan bakıldığında ürünlerin pazara sunulduğu zaman tüketiciler tarafından gördüğü talebi artırması bakımından büyük bir önem kazanmaktadır (Pessôa ve ark., 2019). Fermentasyon ortamına bazı öncül maddeler eklenerek ihtiyaç duyulan veya talep edilen özel nitelikli bileşenlerin üretilmesi mümkündür. Örneğin substrat olarak kullanılan tarımsal gıda atığı madde içerisine lösin ve valin eklenmesi güçlü bir muz aroması olan izoamilasetat üretimini indüklemektedir (Quilter ve ark., 2003). Fermentasyon ortamına L-fenilalanin eklenir ve mikroorganizma olarak *Kluyveromyces marxianus* ve *Pichia kudriavzevii* mayaları kullanılırsa Ehrlich metabolik yolu neticesinde gül aroması olarak da bilinen 2-feniletanol ve 2-fenilasetat oluştuğu belirtilmiştir (Martínez ve ark., 2018).



Halihazırda süregiden güncel uygulamalarda enzimler, mikrobiyal hücreler ve daha az oranlarda bitki hücrelerinin kültürleri kullanılmaktadır (Longo ve Sanromán, 2006).



Şekil 1: Doğal Aromaların Elde Edilme Süreçleri (Longo ve Sanromán, 2006)

## 5. TARIMSAL GIDA ATIKLARINDAN FERMANTASYON YÖNTEMİYLE AROMA BİLEŞENLERİNİN ÜRETİMİNE YÖNELİK YAPILMIŞ BAZI AKADEMİK ÇALIŞMALAR

Limon pulpuna %25 oranında melas ve %50 oranında soya kepeği eklenmesi ve fermantasyonda *Ceratocystis fimbriata* küfü kullanılmasıyla meyvemsi aroma oluştuğu belirtilmiştir (Rossi ve ark., 2009). Yine *Ceratocystis fimbriata* küfü kullanılarak ancak substrat ortamı olarak kabuğu soyulmuş kahve çekirdeği ve glukoz karışımı tercih edildiğinde son ürün olarak asetaldehit, etanol, izopropanol ve etil asetat karışımı elde edildiği belirtilmiştir. Söz konusu ürünlerin karışımının ananas aroması olduğu da ifade edilmektedir (Soares ve ark., 2000).

Kabuğu çıkarılmış buğday, manyok nişastası küspesi ve şeker kamışı küspesi *Rhizopus oryzae* küfü ile fermente edildiğinde son ürün olarak meyvemsi aroma (güçlü bir muz aroması) oluştuğu belirtilmiştir (Christen ve ark., 2000).

Şeker kamışı küspesinin *Trichoderma viride* küfü ile fermantasyonu neticesinde 6-pentil- $\alpha$ -piron (Hindistan cevizi aroması) oluştuğu belirtilmiştir (Fadel ve ark., 2015).

Pirinç yağı kalıntısı *Aspergillus niger* ve *Penicilium cinnabarium* cinsi küfler ile fermantasyona bırakıldığında eğer ortamda öncül olarak ferulik asit bulunursa son ürün olarak vanilin aroması oluştuğu belirtilmiştir (Zheng ve ark., 2007).

Substrat olarak elma posası, manyok nişastası ve şeker kamışı küspesi, ayçekirdeği ile palmye atıklarının kullanıldığı ve *Kluyveromyces marxianus* cinsi maya ile fermantasyonun gerçekleştirildiği bir biyoproses sisteminde son ürün olarak etanol ve etil asetat oluştuğu belirtilmiştir (Medeiros ve ark., 2000).

Şeker kamışı küspesi *Pichia kudriavzevii* cinsi maya ile fermantasyona bırakıldığında eğer ortamda öncül olarak l-fenilalanin bulunursa son ürün olarak gül aroması oluştuğu belirtilmiştir (Martínez-Avila ve ark., 2020).

Substrat olarak kabuğu soyulmuş limon atığının kullanıldığı ve *Saccharomyces cerevisiae* cinsi maya ile fermantasyonun gerçekleştirildiği bir biyoproses sisteminde son ürün olarak izoamilasetat, etil dodekanoat, etil dekanoat, etil hegzanoat olduğu belirtilmiştir (Mantzouridou ve ark., 2015).

Henüz genel ve net doğru bir yöntem tanımlanmamış olmakla birlikte fermantasyon ortamından aroma bileşenlerinin çekilmesine yönelik çeşitli teknikler uygulanmaktadır. Üzerinde halen çalışılan konu ise biyoreaktör tankından mümkün olan en az kayıpla talep edilen aroma bileşeninin ekstrakte edilmesidir. (Try ve ark., 2018). Büyük ölçekli biyoreaktör sistemleri için genel olarak farklı ekstraksiyon ve ayırma tekniklerinin kombinlenerek (hibrit sistemler) kullanımının daha faydalı sonuçlar verdiği değerlendirilmektedir (Berger, 2007).

## 6. SONUÇ

Doğal aroma ve koku bileşenlerinin elde edilmesinde özellikle son birkaç yıldır kimyasal yöntemlerden ziyade biyoteknolojik yöntemlere doğru bir geçiş söz konusudur. Bu durumun temel sebeplerinden biri mikrobiyal kültürler kullanılarak elde edilen aromalar üzerinde “doğal” etiketinin bulunması ve bu etiketin tüketici tarafından cazip karşılanmasıyla birlikte bu tip ürünlerin daha tercih edilir olduğunun belirlenmesidir. Atık yönetimi açısından önemli bir hamle olmasının yanı sıra mikroorganizmalar için mükemmel substratlar olması tarımsal gıda atıklarının biyoteknolojik süreçlerde yoğun olarak tercih edilmesini sağlamaktadır. Ancak hiç şüphesiz biyoteknolojik tasarım süreçlerinin maliyetlendirmesi yapılırken dikkatli bir üretim planlamasının ve satış sonrası ekonomik değerlendirmenin yapılması gerekmektedir. Biyoreaktörlerin kolay ölçeklendirilebilir olmayışı ve sterilite problemleri fermantasyon sistemlerinin endüstriyel ölçekte yaygınlaşmasının önündeki engeller arasında yer almaktadır. Ayrıca son ürünün endüstriyel ölçekte ekstraksiyon ve ayrıştırma uygulamalarına yönelik olarak etkili yöntemlerin geliştirilmesine dair çalışmalar yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Ali, H. K. Q., & Zulkali, M. M. D. (2011). Utilization of agro-residual ligno-cellulosic substances by using solid state fermentation: a review. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 6(1-2), 5-12.
- Ben-Othman, S., Jōudu, I., & Bhat, R. (2020). Bioactives from agri-food wastes: Present insights and future challenges. *Molecules*, 25(3), 510.
- Berger, R. G. (Ed.). (2007). *Flavours and fragrances: chemistry, bioprocessing and sustainability*. Springer Science & Business Media.
- Bhuyan, N., Narzari, R., Gogoi, L., Bordoloi, N., Hiloidhari, M., Palsaniya, D. R., ... & Kataki, R. (2020). Valorization of agricultural wastes for multidimensional use. In *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering* (pp. 41-78). Elsevier.
- Bledzki, A. K., Mamun, A. A., & Volk, J. (2010). Physical, chemical and surface properties of wheat husk, rye husk and soft wood and their polypropylene composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 41(4), 480-488.
- Carmona-Cabello, M., Garcia, I. L., Leiva-Candia, D., & Dorado, M. P. (2018). Valorization of food waste based on its composition through the concept of biorefinery. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 14, 67-79.
- Cerda, A., Artola, A., Barrena, R., Font, X., Gea, T., & Sánchez, A. (2019). Innovative production of bioproducts from organic waste through solid-state fermentation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 63.
- Christen, P., Bramorski, A., Revah, S., & Soccol, C. R. (2000). Characterization of volatile compounds produced by *Rhizopus* strains grown on agro-industrial solid wastes. *Bioresource Technology*, 71(3), 211-215.
- De Moraes Crizel, T., Jablonski, A., de Oliveira Rios, A., Rech, R., & Flôres, S. H. (2013). Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. *LWT-Food Science and Technology*, 53(1), 9-14.
- De Oliveira Felipe, L., de Oliveira, A. M., & Bicas, J. L. (2017). Bioaromas—perspectives for sustainable development. *Trends in food science & technology*, 62, 141-153.
- Fadel, H. H. M., Mahmoud, M. G., Asker, M. M. S., & Lotfy, S. N. (2015). Characterization and evaluation of coconut aroma produced by *Trichoderma viride* EMCC-107 in solid state fermentation on sugarcane bagasse. *Electronic Journal of Biotechnology*, 18(1), 5-9.
- FAO. (2013). *Food wastage footprint: Impacts on natural resources*. FAO.
- Fidelis, M., de Moura, C., Kabbas Junior, T., Pap, N., Mattila, P., Mäkinen, S., ... & Granato, D. (2019). Fruit seeds as sources of bioactive compounds: Sustainable production of high value-added ingredients from by-products within circular economy. *Molecules*, 24(21), 3854.
- Galanakis, C. (2020). Food waste valorization opportunities for different food industries. In *The interaction of food industry and environment* (pp. 341-422). Academic Press.
- Galanakis, C. (2020). Food waste valorization opportunities for different food industries. In *The interaction of food industry and environment* (pp. 341-422). Academic Press.
- Giroto, F., Alibardi, L., & Cossu, R. (2015). Food waste generation and industrial uses: a review. *Waste management*, 45, 32-41.
- Hartikainen, H., Mogensen, L., Svanes, E., & Franke, U. (2018). Food waste quantification in primary production—the Nordic countries as a case study. *Waste Management*, 71, 502-511.
- Klavins, L., Kvisis, J., Nakurte, I., & Klavins, M. (2018). Berry press residues as a valuable source of polyphenolics: Extraction optimisation and analysis. *Lwt*, 93, 583-591.
- Longo, M. A., & Sanromán, M. A. (2006). Production of food aroma compounds: microbial and enzymatic methodologies. *Food Technology and Biotechnology*, 44(3), 335-353.

- Mantzouridou, F. T., Paraskevopoulou, A., & Lalou, S. (2015). Yeast flavour production by solid state fermentation of orange peel waste. *Biochemical Engineering Journal*, 101, 1-8.
- Martínez, O., Sánchez, A., Font, X., & Barrena, R. (2018). Enhancing the bioproduction of value-added aroma compounds via solid-state fermentation of sugarcane bagasse and sugar beet molasses: operational strategies and scaling-up of the process. *Bioresource technology*, 263, 136-144.
- Martínez-Avila, O., Sánchez, A., Font, X., & Barrena, R. (2020). 2-phenylethanol (rose aroma) production potential of an isolated *Pichia kudriavzevii* through solid-state fermentation. *Process Biochemistry*, 93, 94-103.
- Medeiros, A. B., Pandey, A., Freitas, R. J., Christen, P., & Soccol, C. R. (2000). Optimization of the production of aroma compounds by *Kluyveromyces marxianus* in solid-state fermentation using factorial design and response surface methodology. *Biochemical Engineering Journal*, 6(1), 33-39.
- Naqash, F., Masoodi, F. A., Rather, S. A., Wani, S. M., & Gani, A. (2017). Emerging concepts in the nutraceutical and functional properties of pectin—A Review. *Carbohydrate polymers*, 168, 227-239.
- Pessôa, M. G., Vespermann, K. A., Paulino, B. N., Barcelos, M. C., Pastore, G. M., & Molina, G. (2019). Newly isolated microorganisms with potential application in biotechnology. *Biotechnology advances*, 37(2), 319-339.
- Pfaltzgraff, L. A., Cooper, E. C., Budarin, V., & Clark, J. H. (2013). Food waste biomass: a resource for high-value chemicals. *Green Chemistry*, 15(2), 307-314.
- Quilter, M. G., Hurley, J. C., Lynch, F. J., & Murphy, M. G. (2003). The production of isoamyl acetate from amyl alcohol by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of the Institute of Brewing*, 109(1), 34-40.
- Ravindran, R., & Jaiswal, A. K. (2016). Exploitation of food industry waste for high-value products. *Trends in Biotechnology*, 34(1), 58-69.
- Rossi, S. C., Vandenberghe, L. P. S., Pereira, B. M. P., Gago, F. D., Rizzolo, J. A., Pandey, A., ... & Medeiros, A. B. P. (2009). Improving fruity aroma production by fungi in SSF using citric pulp. *Food Research International*, 42(4), 484-486.
- Sales, A., Paulino, B. N., Pastore, G. M., & Bicas, J. L. (2018). Biogeneration of aroma compounds. *Current opinion in food science*, 19, 77-84.
- Sánchez, A., Artola, A., Font, X., Gea, T., Barrena, R., Gabriel, D., ... & Mondini, C. (2015). Greenhouse gas emissions from organic waste composting. *Environmental chemistry letters*, 13(3), 223-238.
- Soares, M., Christen, P., Pandey, A., & Soccol, C. R. (2000). Fruity flavour production by *Ceratocystis fimbriata* grown on coffee husk in solid-state fermentation. *Process Biochemistry*, 35(8), 857-861.
- Take Action for the Sustainable Development Goals—United Nations Sustainable Development. Available online: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> (Erişim Tarihi: 04.04.2021)
- Tlais, A. Z. A., Fiorino, G. M., Polo, A., Filannino, P., & Di Cagno, R. (2020). High-Value Compounds in Fruit, Vegetable and Cereal Byproducts: An Overview of Potential Sustainable Reuse and Exploitation. *Molecules*, 25(13), 2987.
- Try, S., Voilley, A., Chunhieng, T., De-Coninck, J., & Waché, Y. (2018). Aroma compounds production by solid state fermentation, importance of in situ gas-phase recovery systems. *Applied microbiology and biotechnology*, 102(17), 7239-7255.
- Vinicius De Melo Pereira, G., De Carvalho Neto, D. P., Junqueira, A. C. D. O., Karp, S. G., Letti, L. A., Magalhães Júnior, A. I., & Soccol, C. R. (2020). A review of selection criteria for starter culture development in the food fermentation industry. *Food Reviews International*, 36(2), 135-167.
- Zheng, L., Zheng, P., Sun, Z., Bai, Y., Wang, J., & Guo, X. (2007). Production of vanillin from waste residue of rice bran oil by *Aspergillus niger* and *Pycnoporus cinnabarinus*. *Bioresource Technology*, 98(5), 1115-1119.

## CREATION OF THE VARIETIES OF *SESAMUM INDICUM* L. SUITABLE FOR GROWING IN THE CONDITIONS OF TRANSNISTRIA DUE TO CLIMATE WARMING

Nina CHAVDAR

Candidate of Agricultural Sciences Associate Professor Transnistrian State University named after T.G. Shevchenko Agrarian and Technological Faculty

### Background and aim

Against the background of global warming in Transnistria, an increase in air temperature is observed. Over the 70-year period, the increase in the average annual air temperature in the south of Transnistria amounted to 1,2...1,3°C [1].

In conditions of global warming the soil temperature also changes in the direction of growth; an increase in soil temperature is noted in the entire studied soil layer from 0,2m to 3,2m. Over the last 20 years in Transnistria the tendency of soil warming at the depths under study was 0,8...1,2°C. The maximum temperature of +71°C was observed on the soil surface of the bare area in 2007 according to the data of the meteorological station in Tiraspol [2].

The continuing rise in temperatures provokes, in most cases, a decrease in the level of agricultural production for traditionally cultivated crops in the region, most pronounced for corn, sunflower, winter wheat and grapes, especially in the case of higher temperatures in the summer season [3].

These circumstances contribute to the expansion of the cultivation of thermophilic crops in the region. These crops include *Sesamum indicum* L., which is in great demand in the food industry of Transnistria. All the amount of applied sesame seeds are imported from abroad. Sesame seeds can also be used for medicinal purposes. It is a natural source of calcium, B vitamins and female hormones – estrogens.

*Aim of study:* to create sesame varieties suitable for cultivation in Transnistria.

### Material and Methods

A collection sample of low-yielding *Sesamum indicum* L. partially ripening under the conditions of Transnistria was used as a source material for the selection work.

The sample refers to the Asian group, subspecies *ssp bicarpellatum* Hilt. Branching stems from 3 to 6 – 7, in the axil of the leaf is situated 1 boll.

The center of origin of sesame is Ethiopia, the regions of Amhara (11 degrees north latitude) and Tigray (13 degrees north latitude), which are in area of tropical climate. The annual summary of positive temperatures, which is equal to the average annual summary of active temperatures which are more than +10°C, is 6960...7120°C. Transnistria is under influence of continental climate, an average annual summary of positive temperatures is 3540°C, an average annual summary of active temperatures which are more than +10°C is 3200°C, which is more than 2 times lower than in the center of origin.

Sesame is characterized as a thermophilic, a heat-resistant crop (seeds begin to germinate at a temperature of +15...+16°C, optimal temperature is +22...+26°C), not resistant to frost, with a long growing season, in traditional cultivation areas up to 120 days.

Due to the biological characteristics of sesame and the climatic conditions of Transnistria, it must be sown in late April – early May, and harvested in late September – early October. In this regard, one of the characteristics of the variety model for the conditions of Transnistria is the duration of the period from germination to the full ripening that should be no more than 140–145 days.

Sesame is not a typical genus for the conditions of Transnistria with very different climatic conditions in the comparison with the center of origin, therefore in aim of creation of sesame varieties the method of physical mutagenesis was used in combination with individual selection.

The result mutated material was acquired by irradiating seeds with  $^{60}\text{Co}$  radioactive isotope in the year of 2012. Sowing scheme (90x20)cm, plot area for each mutated sample was 2,7m<sup>2</sup>. Sowing was performed in the first decade of May. Phenological observations, biometric measurements, and accounting of plant productivity were led in the experiment.

The obtained data were processed by the method of variation statistics and analysis of variance according to B.A.Dospehov [4].

## Results

From the acquired mutant offspring were selected forms that mature in the conditions of Transnistria without the use of desiccation, which served as the starting material for creating of the new varieties: Lebed and Mulatka.

The Mulatka variety is characterized by the duration of a vegetation period of 130...140 days. The plant height during ripening in the year of 2019 and 2020 were respectively 152cm and 143cm. From 7 to 8 shoots of the first level are formed on the plants. The length of the productive part of the main shoot is 100...115cm, the number of bolls per plant is from 200 to 250 pieces. The weight of 1000 seeds of light brown (golden) color varies from 2,6 to 2,8g (picture 1).



*Picture 1. Seeds of the variety Mulatka*

Lebed is characterized by the duration of a vegetation period of 130...140 days. The plant height during ripening in the year of 2019 and 2020 were respectively 175cm and 153cm. From 6 to 7 shoots of the first level are formed on the plants. The length of the productive part of the main shoot is 100 – 115cm. Summary from 200 to 400 bolls are formed on the plant. The weight of 1000 seeds of white with a cream shade of color varies from 2,7g to 2,9g (picture 2).



Picture 2. Seeds of the variety Lebed

The height of the new sesame varieties of the local selection is higher than the control sample (original sample). In the year of 2019 the variety Mulatka is 11cm higher, the variety Lebed is 33cm higher; in the year of 2020 the variety Mulatka is 36cm higher, the variety Lebed is 46cm higher. The quantity of the shoots of the first level on the new varieties plants is about 2–3 times more. The height of the shoots of the first level is 2–3 times lower and is about 15cm, on the control sample is 30...42cm (table 1).

Table 1. Biometric characteristics of *Sesamum indicum* L. plants

| Sample                           | Year | Height of plants, cm     |      | Quantity of the shoots of the first level, pcs |      | Height of the shoots of the first level, cm |      |
|----------------------------------|------|--------------------------|------|--|------|---|------|
|                                  |      | $\bar{x} \pm t_{05} S_x$ | V, % | $\bar{x} \pm t_{05} S_x$                       | V, % | $\bar{x} \pm t_{05} S_x$                    | V, % |
| Mulatka                          | 2019 | 152,3±1,8                | 3,5  | 7,2±0,4  | 11,9 | 14,8±1,1                                    | 20,9 |
|                                  | 2020 | 143,2±1,2                | 4,8  | 7,8±0,2  | 17,6 | 15,2±1,6                                    | 27,8 |
| Lebed                            | 2019 | 174,6±1,4                | 2,0  | 6,9±0,5  | 15,8 | 14,8±1,3                                    | 19,6 |
|                                  | 2020 | 153,4±2,9                | 4,7  | 6,3±0,5  | 24,1 | 16,9±2,2                                    | 37,1 |
| Control sample (original sample) | 2019 | 141,6±1,8                | 4,8  | 3,2±0,3  | 18,6 | 42,6±1,8                                    | 9,3  |
|                                  | 2020 | 107,1±4,6                | 15,5 | 2,9±0,3  | 37,4 | 30,4±2,3                                    | 24,2 |

The crop capacity of the varieties Mulatka and Lebed significantly exceeds the crop capacity of the control sample. Analysis of variance showed a veracious exceeding of the crop capacity of local selection varieties. The variety Mulatka in the year of 2019 and 2020 gave respectively the crop capacity of 2,04 ton/ha and 1,73

ton/ha, which is 1,23 ton/ha and 1,01 ton/ha higher than the control sample gave. Lebed is the most plenteous variety. In the years of 2019 and 2020 the crop capacity was respectively 2,37 ton/ha and 2,24 ton/ha, which is 1,56 ton/ha and 1,52 ton/ha higher than the crop capacity of the control sample (table 2).

**Table 2. Crop capacity of the varieties of *Sesamum indicum* L.**

| Varieties                        | Crop capacity, ton/ha |   |           |   |
|----------------------------------|-----------------------|---|-----------|---|
|                                  | 2019 year             | ± in the comparison with the control sample | 2020 year | ± in the comparison with the control sample |
| Mulatka                          | 2,04                  | + 1,23                                      | 1,73      | + 1,01                                      |
| Lebed                            | 2,37                  | + 1,56                                      | 2,24      | + 1,52                                      |
| Control sample (original sample) | 0,81                  | -   | 0,72      | -   |
| NDS <sub>05</sub>                | 0,273                 | -   | 0,304     | -   |

### Conclusion

Climate warming and the use of physical mutagenesis in combination with multiple individual selection of early ripening and fruitful forms made it possible to create varieties suitable for cultivation in the conditions of Transnistria at 46 degrees north latitude.

**Keywords:** *climate warming, sesame, physical mutagenesis, varieties.*

### References

1. Кольвенко В.В., Ершов Л.А., Баца Т.А., Никашкин А.В. Влияние изменения температуры воздуха и осадков на почвенные юга Приднестровья за последние 15 лет./ Продовольственная и пищевая безопасность Приднестровья: материалы науч.-практ. конф. 30 ноября 2017 г.- Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2018. - С. 39 – 45.
2. Кольвенко В.В. Исследование температуры почвы с 0,2 м до 3,2 м по данным метеостанции г. Тирасполя за последние 20 лет. /Продовольственная и пищевая безопасность Приднестровья: материалы науч.-практ. конф. 30 ноября 2017 г.- Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2018. - С. 46 – 52.
3. Вронских М.Д. Изменения климата и эволюция уровня продуктивности сельскохозяйственных культур в условиях Молдовы./ «Селекция, семеноводство и технологии возделывания сельскохозяйственных культур», международная научно-практическая конференция (2020; Тирасполь). Селекция, семеноводство и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Доклады международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня основания института, 10 апреля 2020 / отв. ред.: А. В. Гуманюк. - Тирасполь: Есо-TIRAS, 2020 (Tipogr. "Arconteh"). – С. 237 - 240.: fig., tab. Antetit.: Гос. учреждение "Приднестр. НИИ сел. хоз-ва". – Text parțial: lb. engl. – Rez.: lb. engl., rusă. – Referințe bibliogr. la sfârșitul art. – Index: p.: 369-370. – 200 ex.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.



## DÜNYA YAŞ SEBZE ÜRETİMİ VE TİCARETİNİN MEVCUT DURUMU THE CURRENT STATE OF FRESH VEGETABLE PRODUCTION AND TRADE IN THE WORLD

**Burcu TUNCER**

Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, ORCID ID:0000-0002-4402-4536

### ÖZET

Dünyada 2019 yılı FAO verilerine göre toplam 59 689 174 ha alanda 1 130 203 768 ton sebze üretimi yapılmaktadır. Dünya yaş sebze ihracat ve ithalat miktarı ile parasal değeri ise sırasıyla; 70 026 236 ton, 67 888 386 ton, 84 916 675 000 \$, 82 170 913 000 \$' dir. Burada sunulan çalışmada, dünya yaş sebze üretimi ve ticaretinin mevcut durumunu ortaya koymak amaçlanmıştır.

2019 yılı dünya yaş sebze üretim miktarı; kıtalara ve türlere göre, türler bazında üretimde önemli paya sahip ilk 5 ülkeye göre belirlenmiştir. Bunun dışında 2001-2019 yılları arasındaki sebze üretim miktarı ve alanı ile verimlilikteki gelişmeler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Dünya yaş sebze ticaretinde ise, 2000-2020 yılları arasındaki toplam ihracat ve ithalat miktarı ile parasal değeri, 2016-2020 yılları arasında türler bazında ihracat ve ithalat miktarları ile parasal değerinin yıllara göre değişimi, ihracat ve ithalat parasal değerinde önemli paya sahip ilk 20 ülke saptanmıştır.

Araştırma sonucunda, sebze üretiminde Asya kıtasının (taze bakla, enginar, tatlı mısır ve nane hariç) birinci sırada yer aldığı, 2001-2019 yılları arasında dünyada en fazla üretimi yapılan sebze türlerinin sırasıyla domates, karpuz, soğan, hıyar-acur olduğu, üretim alanı bakımından da yine aynı türlerin ön plana çıktığı belirlenmiştir. Dünyada yıllara göre sebze üretim miktarı ve alanında çoğu türde, verimde ise bazı türler hariç (tatlı mısır, mantar ve bamya) diğer türlerde artışlar olduğu saptanmıştır. 2000-2019 yılları arasında ihracat ve ithalat miktarı ile parasal değerinde yıllara göre düzenli bir artış eğilimi ya da denge söz konusu iken, 2020 yılında Covid-19 Pandemisi nedeniyle hem toplam sebze ticaret verilerinde hem de türler bazındaki değerlerde belirgin azalışlar olduğu tespit edilmiştir. Dünya sebze ihracat parasal değerinde öne çıkan ülkeler Çin, Hollanda, Meksika, İspanya, ABD olurken, ithalat parasal değerinde ise ABD, Almanya, İngiltere, Fransa ve Kanada ilk sıralarda yer alan ülkeler olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** İhracat, İthalat, Sebze Alanı, Sebze Üretimi, Verim

### ABSTRACT

According to 2019 FAO data, 1 130 203 768 tons of vegetables are produced in a total of 59 689 174 hectares of land in the world. The amount of world fresh vegetables export and import and their monetary value are respectively; 70 026 236 tons, 67 888 386 tons, 84 916 675 000 \$, and 82 170 913 000 \$. In this study, it was aimed to reveal the current situation of fresh vegetable production and trade in the world.

The amount of fresh vegetable production in the world in 2019; it was determined according to continents and species, the top 5 countries that have an important share in production on a species basis. In addition, the amount of vegetable production, area and productivity 2001-2019 were evaluated comparatively. The changes in the amount of exports and imports on the basis of species and their monetary value by years 2016-2020 were determined. In addition, the first 20 countries with a significant share in the monetary value of exports and imports were determined.

As a result of the research, it was found that the Asian continent (excluding fresh broad bean, artichoke, sweet corn, and peppermint) ranked first in vegetable production, and that the most produced vegetable species in the world between 2001-2019 were tomatoes, watermelons, onions, and cucumber-gherkin, respectively; It has been determined that the same species are also prominent in terms of production area. In the world, there has been an increase in the amount of vegetable production and area over the years. Yield values were found to be increased in other species except sweet corn, mushroom, and okra. While there was a regular increase or balance in the amount of exports and imports and their monetary value between 2000-2019, it was determined that there were significant decreases in both the total vegetable trade data and the

values on the basis of species due to the Covid-19 Pandemic in 2020. The China, Netherlands, Mexico, Spain, and USA are the leading countries in the world vegetable export monetary value, while the USA, Germany, England, France, and Canada are the top countries in the monetary value of imports.

**Keywords:** Export, Import, Vegetable Area, Vegetable Production, Yield

## 1. GİRİŞ

Yaş sebzeler, vitamin ve mineral maddelerce zengin olmaları, sahip oldukları yüksek antioksidantlar ve lifli yapıları nedeniyle insan beslenmesinde ve sağlığında önemli bir yere sahiptir (Ağaoğlu ver ark., 2010). Yaş sebze üretimi ve ticareti, tarım sektörünün önemli bir dalı olan yaş sebze sektörü bakımından da önem arz etmektedir.

Dünyada 2019 yılı Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre; toplam 59 689 174 ha alanda 1 130 203 768 ton sebze üretimi yapılmaktadır. Yine FAO (2019) verilerine göre, dünya yaş sebze ihracat ve ithalat miktarı ile parasal değeri sırasıyla; 70 026 236 ton, 67 888 386 ton, 84 916 675 000 \$, 82 170 913 000 \$ olarak belirtilmektedir.

Burada sunulan çalışmada, dünya yaş sebze üretimi ve ticaretinin mevcut durumunu ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu amaçla, 2019 yılı sebze üretim miktarı, kıtalara ve türlere, türler bazında üretimde önemli pay alan ilk 5 ülkeye göre belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, 2001-2019 yılları arasındaki türler bazında yaş sebze üretim miktarları, üretim alanı ve verim değerleri özetlenmiştir. Yaş sebze ticaretinde ise; 2016-2020 yılları arasındaki ithalat ve ihracat miktarları ile parasal değeri türlere göre değerlendirilerek durum analizi yapılmıştır.

## 2. DÜNYA YAŞ SEBZE ÜRETİMİ

Dünyada, *Cucurbitaceae* (Tablo 1), *Solanaceae* (Tablo 2), *Liliaceae* (Tablo 3), *Brassicaceae* (Tablo 4), *Leguminosae* (Tablo 5), *Asteraceae* (Tablo 6) familyasına ait sebze türleri ile diğer bazı sebzelerin (Tablo 7 ve Tablo 8) kıtalara göre üretim miktarları ve kıtaların bu türlerin üretimdeki payları aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir.

**Tablo 1.** *Cucurbitaceae* Familyası Sebze Türlerinin Kıtalara Göre Üretim Miktarı (ton) (2019)

| Kıtalar   | Karpuz      | Pay (%) | Kavun      | Pay (%) | Hıyar ve Acur | Pay (%) | Kabak*     | Pay (%) |
|-----------|-------------|---------|------------|---------|---------------|---------|------------|---------|
| Afrika    | 7 522 390   | 7.5     | 1 519 600  | 5.5     | 1 433 124     | 1.6     | 2 793 530  | 12.2    |
| Amerika   | 6 978 331   | 6.9     | 3 608 045  | 13.1    | 1 871 661     | 2.1     | 2 943 226  | 12.9    |
| Asya      | 79 849 346  | 79.5    | 20 270 560 | 73.7    | 78 470 171    | 89.4    | 12 148 496 | 53      |
| Avrupa    | 5 870 010   | 5.8     | 1 896 288  | 6.9     | 6 012 986     | 6.8     | 4 776 607  | 20.9    |
| Okyanusya | 194 856     | 0.2     | 206 867    | 0.8     | 17 144        | -       | 238 967    | 1       |
| DÜNYA     | 100 414 933 | 100     | 27 501 360 | 100     | 87 805 086    | 100     | 22 900 826 | 100     |

\*: Yazlık ve kışlık kabaklar, balkabağı (Kaynak: FAO 2019)

**Tablo 2.** *Solanaceae* Familyası Sebze Türlerinin Kıtalara Göre Üretim Miktarı (ton) (2019)

| Kıtalar   | Domates     | Pay (%) | Biber      | Pay (%) | Patlıcan   | Pay (%) |
|-----------|-------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| Afrika    | 21 664 774  | 12      | 3 630 869  | 9.5     | 1 853 424  | 3.4     |
| Amerika   | 23 786 872  | 13.2    | 4 942 458  | 13.0    | 411 629    | 0.7     |
| Asya      | 112 104 020 | 62      | 25 965 986 | 68.3    | 52 014 201 | 94.2    |
| Avrupa    | 22 803 866  | 12.6    | 3 439 399  | 9.0     | 915 951    | 1.7     |
| Okyanusya | 406 797     | 0.2     | 48 452     | 0.1     | 2 673      | 0.0     |

|       |             |     |            |     |            |     |
|-------|-------------|-----|------------|-----|------------|-----|
| DÜNYA | 180 766 329 | 100 | 38 027 164 | 100 | 55 197 878 | 100 |
|-------|-------------|-----|------------|-----|------------|-----|

**Tablo 3. Liliaceae** Familyası Sebze Türlerinin Kıtalara Göre Üretim Miktarı (ton) (2019)

| Kıtalar   | Soğan      | Pay (%) | Sarımsak   | Pay (%) | Şallot ve yeşil soğan | Pay (%) | Pırasa ve diğer <i>Allium</i> sebzeleri | Pay (%) |
|-----------|------------|---------|------------|---------|-----------------------|---------|---|---------|
| Afrika    | 13 903 222 | 13.9    | 823 620    | 2.7     | 1 259 965             | 28.1    | 20 214                                  | 0.9     |
| Amerika   | 9 751 958  | 9.8     | 788 670    | 2.6     | 256 213               | 5.7     | 43 231                                  | 2       |
| Asya      | 66 369 058 | 66.4    | 28 220 105 | 91.9    | 2 595 769             | 57.8    | 1 308 118                               | 59.7    |
| Avrupa    | 9 652 938  | 9.7     | 873 832    | 2.8     | 114 408               | 2.5     | 818 236                                 | 37.3    |
| Okyanusya | 290 840    | 0.3     | 2 016      | -       | 264 891               | 5.9     | 2 647                                   | 0.1     |
| DÜNYA     | 99 968 016 | 100     | 30 708 243 | 100     | 4 491 246             | 100     | 2 192 476                               | 100     |

(Kaynak: FAO 2019)

**Tablo 4. Brassicaceae** Familyası Sebze Türlerinin Kıtalara Göre Üretim Miktarı (ton) (2019)

| Kıtalar   | Lahana ve Diğer <i>Brassica</i> ' lar* | Pay (%) | Karnabahar ve Brokoli | Pay (%) | Şalgam ve Havuç | Pay (%) |
|-----------|--|---------|-----------------------|---------|-----------------|---------|
| Afrika    | 3 535 481                              | 5.0     | 423 074               | 1.6     | 236 3011        | 5.3     |
| Amerika   | 2 101 133                              | 3.0     | 2 511 553             | 9.3     | 445 3599        | 9.9     |
| Asya      | 54 634 684                             | 77.9    | 21 442 935            | 79.7    | 29 027 885      | 64.8    |
| Avrupa    | 9 719 903                              | 13.9    | 2 387 024             | 8.9     | 8 527 803       | 19.1    |
| Okyanusya | 159 205                                | 0.2     | 153 984               | 0.6     | 390 561         | 0.9     |
| DÜNYA     | 70 150 406                             | 100     | 26 918 570            | 100     | 44 762 859      | 100     |

\*: Karnabahar ve brokoli hariç (Çin lahanası, pakchoi, beyaz ve kırmızı lahanası, savoy lahanası, Brüksel lahanası, yaprak lahanası ve alabaş) (Kaynak: FAO 2019)

**Tablo 5. Leguminosae** Familyası Sebze Türlerinin Kıtalara Göre Üretim Miktarı (ton) (2019)

| Kıtalar   | Taze Fasulye ve Taze Börülce | Pay (%) | Taze Bezelye | Pay (%) | Taze Bakla | Pay (%) |
|-----------|------------------------------|---------|--------------|---------|------------|---------|
| Afrika    | 800 425                      | 3.0     | 651 481      | 3.0     | 608 566    | 38.9    |
| Amerika   | 303 381                      | 1.1     | 577 060      | 2.7     | 305 144    | 19.5    |
| Asya      | 24 768 585                   | 91.8    | 19 323 712   | 88.8    | 450 597    | 28.8    |
| Avrupa    | 1 059 102                    | 3.9     | 1 163 648    | 5.3     | 201 490    | 12.9    |
| Okyanusya | 50 291                       | 0.2     | 50 19        | 0.2     | 50 159     | 0.0     |
| DÜNYA     | 26 981 784                   | 100     | 21 766 060   | 100     | 1 566 331  | 100     |

(Kaynak: FAO 2019)

**Tablo 6. Asteraceae** Familyası Sebze Türlerinin Kıtalara Göre Üretim Miktarı (ton) (2019)

| Kıtalar   | Enginar   | Pay (%) | Marul ve Çikori | Pay (%) |
|-----------|-----------|---------|-----------------|---------|
| Afrika    | 489 652   | 30.7    | 537 365         | 1.8     |
| Amerika   | 302 788   | 19.0    | 4 918 579       | 16.9    |
| Asya      | 168 401   | 10.6    | 19 635 595      | 67.4    |
| Avrupa    | 633 544   | 39.7    | 3 869 387       | 13.3    |
| Okyanusya | -         | -       | 173 727         | 0.6     |
| DÜNYA     | 1 594 385 | 100     | 29 134 653      | 100     |

(Kaynak: FAO 2019)

Tablolar genel olarak incelendiğinde, Asya kıtasının tüm sebze türlerinin üretiminde (taze bakla, enginar, tatlı mısır ve nane hariç) belirgin bir payla ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Taze bakla üretiminde % 38.9 payla Afrika kıtası (Tablo 5), enginar üretiminde % 39.7' lik payla Avrupa kıtası (Tablo 6), tatlı mısır üretiminde ise % 56' lık payla Amerika kıtası, nane üretiminde %89.7' lik payla Afrika kıtası ilk sırada yer almaktadır (Tablo 8).

**Tablo 7.** Bazı Sebze Türlerinin Kıtalara Göre Üretim Miktarı (ton) (2019)

| Kıtalar      | Kuşkonmaz        | Pay (%)    | İspanak           | Pay (%)    | Bamya            | Pay (%)    | Mantar            | Pay (%)    |
|--------------|------------------|------------|-------------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------|
| Afrika       | 1 396            | 0.0        | 214 985           | 0.7        | 3 289 395        | 33.0       | 30 511            | 0.3        |
| Amerika      | 720 379          | 7.6        | 556 005           | 1.8        | 83 777           | 0.8        | 529 591           | 4.5        |
| Asya         | 8 379 068        | 88.8       | 28 621 386        | 95.1       | 6 577 604        | 66.1       | 9 854 391         | 82.8       |
| Avrupa       | 321 492          | 3.4        | 701 862           | 2.3        | -                | -          | 1 433 686         | 12.0       |
| Okyanusya    | 9 727            | 0.1        | 12 993            | 0.0        | 2 761            | 0.0        | 50 220            | 0.4        |
| <b>DÜNYA</b> | <b>9 432 062</b> | <b>100</b> | <b>30 107 231</b> | <b>100</b> | <b>9 953 537</b> | <b>100</b> | <b>11.898.399</b> | <b>100</b> |

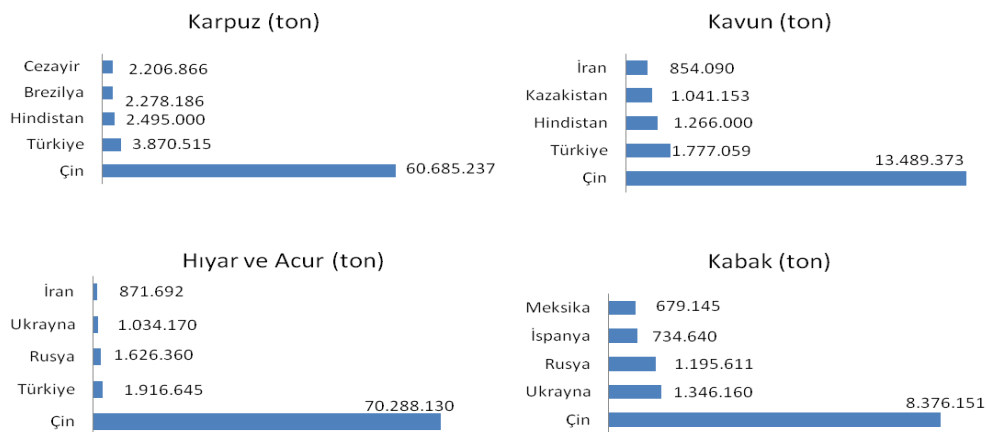
(Kaynak: FAO 2019)

**Tablo 8.** Diğer Bazı Sebze Türlerinin Kıtalara Göre Üretim Miktarı (ton) (2019)

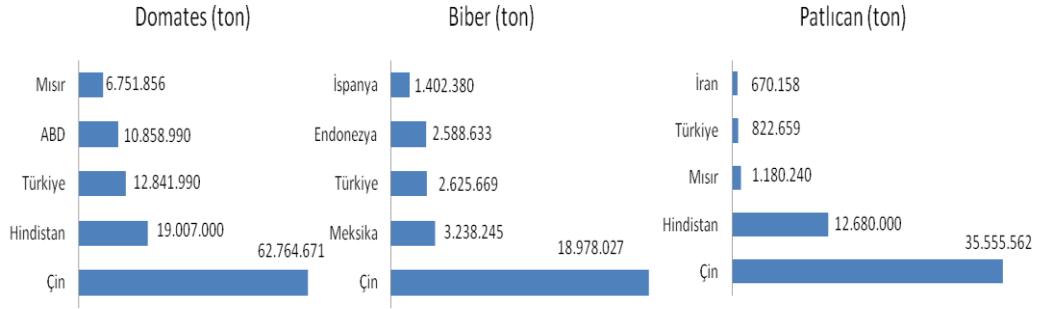
| Kıtalar      | Tatlı Mısır      | Pay (%)    | Nane          | Pay (%)    | Diğer taze sebzeler* | Pay (%)    |
|--------------|------------------|------------|---------------|------------|----------------------|------------|
| Afrika       | 1 763 843        | 21.3       | 66 583        | 89.7       | 22 029 226           | 7.1        |
| Amerika      | 4 644 463        | 56.0       | 7 612         | 10.3       | 8 190 827            | 2.6        |
| Asya         | 1 406 088        | 16.9       | 37            | 0.0        | 275 556 348          | 88.4       |
| Avrupa       | 97 322           | 1.2        | -             | -          | 5 410 966            | 1.7        |
| Okyanusya    | 388 169          | 4.7        | -             | -          | 636 311              | 0.2        |
| <b>DÜNYA</b> | <b>8 299 885</b> | <b>100</b> | <b>74 232</b> | <b>100</b> | <b>311 823 678</b>   | <b>100</b> |

\*: Bambu filizleri, pancar, pazı, kapari, kereviz, frenk maydanozu, tere, yaban turpu, maydanoz, yaban havucu, turp, ravent, kuzukulağı, su teresi (Kaynak: FAO 2019)

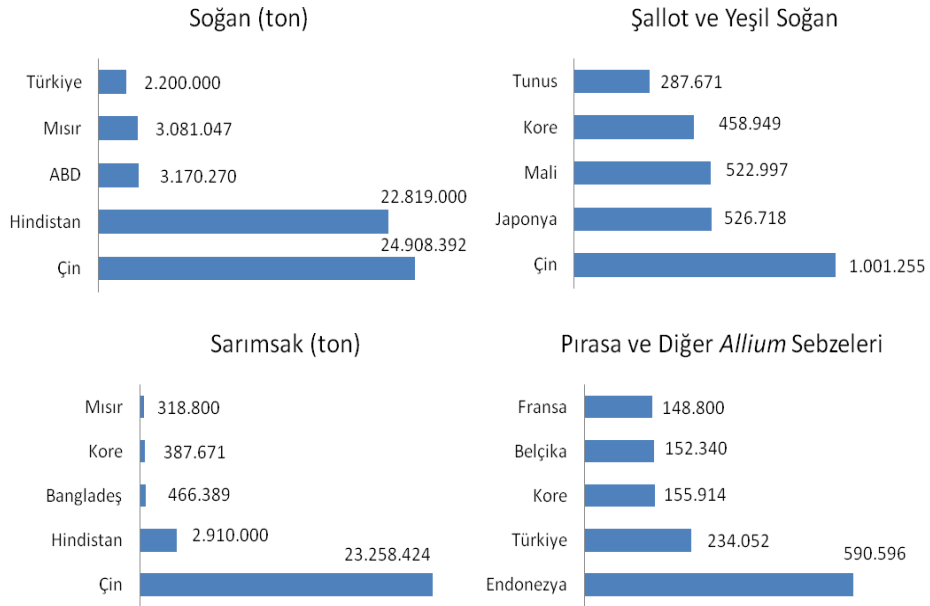
Dünya sebze üretiminde 2019 FAO verilerine göre; 180 766 329 ton üretim değeriyle domates ilk sırada yer almakta, bunu sırasıyla karpuz (100 414 933 ton), soğan (99 968 016 ton), hıyar-acur (87 805 086 ton) ve lahana ile diğer *Brassica* türleri (70 150 406 ton) izlemektedir (FAO 2019). Ülke sıralamaları türlere göre değişmekle birlikte, birçok türde yaş sebze üreticisi ülkelerin Çin, Hindistan, Türkiye, Mısır, İran, Rusya, Ukrayna ve İspanya ülkeleri olduğu belirlenmiştir (Şekil 1-8). Bununla birlikte Çin birçok sebze türünün üretiminde (taze bakla, enginar, bamya, tatlı mısır, nane ile pırasa ve diğer *Allium* sebzeleri hariç) birinci sırada yer alan ülke olmuştur (Şekil 1-8).



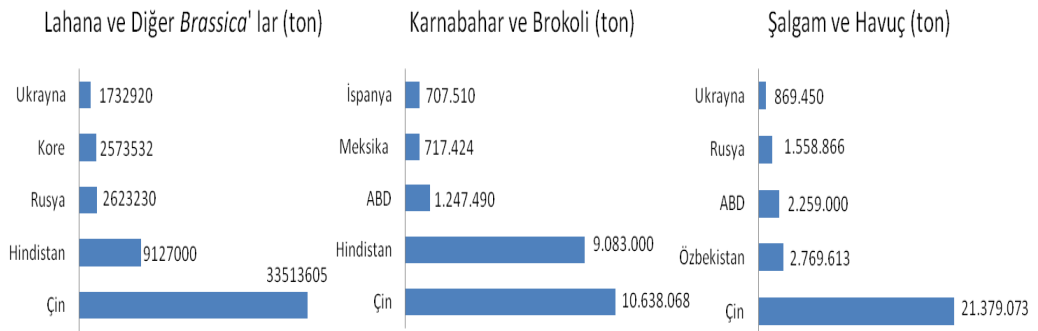
**Şekil 1.** *Cucurbitaceae* Familyası Sebze Türlerinin Üretiminde İlk 5 ülke (ton) (Kaynak: FAO 2019)



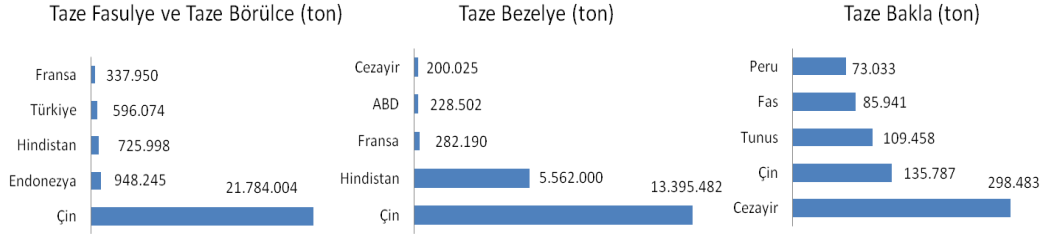
Şekil 2. Solanaceae Familyası Sebze Türlerinin Üretiminde İlk 5 Ülke (ton)  
(Kaynak: FAO 2019)



Şekil 3. Liliaceae Familyası Sebze Türlerinin Üretiminde İlk 5 Ülke (ton)  
(Kaynak: FAO 2019)

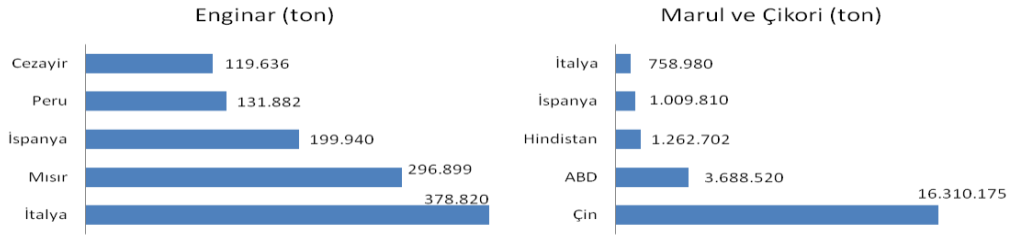


Şekil 4. Brassicaceae Familyası Sebze Türlerinin Üretiminde İlk 5 Ülke (ton)  
(Kaynak: FAO 2019)

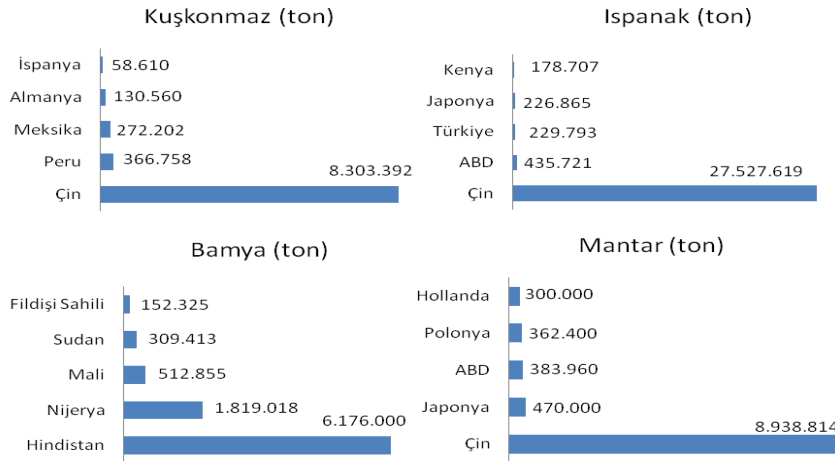


Şekil 5.

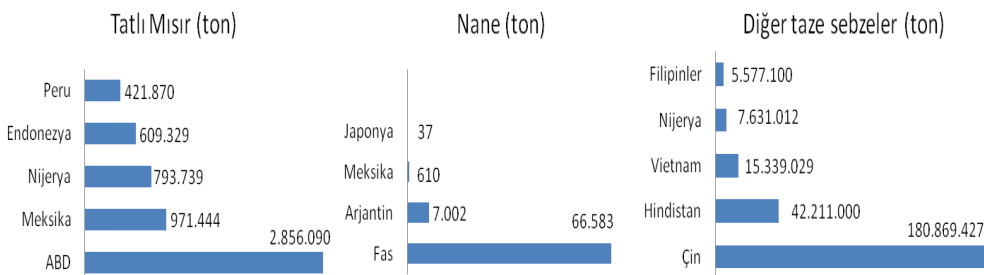
*Leguminosae* Familyası Sebze Türlerinin Üretiminde İlk 5 Ülke (ton)  
(Kaynak: FAO 2019)



Şekil 6. *Asteraceae* Familyası Sebze Türlerinin Üretiminde İlk 5 Ülke (ton)  
(Kaynak: FAO 2019)



Şekil 7. Bazı Sebze Türlerinin Üretiminde İlk 5 Ülke (ton) (Kaynak: FAO 2019)



Şekil 8.

Diğer Bazı Sebze Türlerinin Üretiminde İlk 5 Ülke (ton) (Kaynak: FAO 2019)

Dünyada 2001-2019 yılları arasında kapsayacak şekilde 5'er yıllık (2001-2005, 2006-2010, 2011-2015, 2016-2019) üretim ortalamalarına göre hesaplanan sebze üretim miktarları ve yıllara göre değişimi Tablo 9' da verilmiştir. Bu süreçte üretimi en çok artan türler sırasıyla ıspanak (% 129), sarımsak (% 113), mantar (%

110), taze fasulye-börülce (% 99) ve hıyar-acur (% 95) olmuştur. Tatlı mısır hariç, diğer tüm sebze türlerinin üretiminde yıllara göre değişen oranlarda artış olmuştur (Tablo 9).

FAO 2019 verisinde olduğu gibi, 2016-2019 yıllarındaki üretim ortalamasına göre yapılan değerlendirmelerde de, en fazla üretimi yapılan tür % 16.2' lik payla domates (178 834 649 ton) olurken, bunu sırasıyla % 9.2 payla karpuz (101 056 424 ton), % 8.8' lik payla soğan (97 611 303 ton), % 7.6' lık payla hıyar-acur (83 655 799 ton), % 6.3' lük payla lahana ve diğer *Brassica* türleri (69 956 692 ton) takip etmiştir.

**Tablo 9.** Dünyada Sebze Türlerinin Üretim Miktarlarının (ton) Yıllara Göre Değişimi

| Türler   | 2001-2005    | 2006-2010    | 2011-2015    | 2016-2019     | Pay (%) | Değ. (%) |
|--|--------------|--------------|--------------|---------------|---------|----------|
|  | Üretim (ton) | Üretim (ton) | Üretim (ton) | Üretim (ton)  |         |          |
| <i>Birincil Sebzeler</i>                       | 742 028 754  | 869 547 520  | 990 223 208  | 1 103 674 294 | 100     | 48       |
| <b>Kavun</b>                                   | 21 769 996   | 25 266 965   | 26 081 81(5) | 26 954 619    | 2.4     | 23       |
| <b>Karpuz</b>                                  | 88 373 870   | 90 931 641   | 97 694 771   | 101 056 424   | 9.2     | 14       |
| <b>Hıyar ve Acur</b>                           | 42 893 407   | 57 040 826   | 73 250 618   | 83 655 799    | 7.6     | 95       |
| <b>Kabak</b>                                   | 19 558 836   | 21 736 734   | 24 595 296   | 24 954 871    | 2.3     | 27       |
| <b>Domates</b>                                 | 119 219 536  | 143 550 054  | 167 755 941  | 178 834 649   | 16.2    | 50       |
| <b>Biber</b>                                   | 23 656 849   | 28 136 154   | 31 638 608   | 36 676 590    | 3.3     | 55       |
| <b>Patlıcan</b>                                | 29 952 303   | 39 610 006   | 48 334 814   | 53 405 674    | 4.8     | 78       |
| <b>Soğan</b>                                   | 57 854 868   | 74 102 946   | 86 604 850   | 97 611 303    | 8.8     | 68       |
| <b>Sarımsak</b>                                | 13 437 486   | 20 571 423   | 24 536 839   | 28 637 075    | 2.6     | 113      |
| <b>Şallot ve Yeşil Soğan</b>                   | 3 967 977    | 4 395 368    | 4 504 149    | 4 635 205     | 0.4     | 16       |
| <b>Pırasa ve Diğer <i>Allium</i> sebzeleri</b> | 1 744 438    | 2 079 678    | 2 170 461    | 2 169 061     | 0.2     | 24       |
| <b>Lahana, Diğer <i>Brassica spp</i></b>       | 67 847 140   | 64 631 794   | 69 542 433   | 69 956 692    | 6.3     | 3        |
| <b>Karnabahar ve Brokoli</b>                   | 17 114 034   | 20 036 859   | 23 364 848   | 26 035 023    | 2.4     | 52       |
| <b>Şalgam ve Havuç</b>                         | 24 890 483   | 32 598 402   | 38 170 839   | 42 631 726    | 3.9     | 71       |
| <b>Taze Fasulye ve Börülce</b>                 | 12 925 065   | 18 619 322   | 21 596 756   | 25 718 982    | 2.3     | 99       |
| <b>Taze Bezelye</b>                            | 12 434 995   | 15 030 187   | 17 604 360   | 20 850 897    | 1.9     | 67       |
| <b>Taze Bakla</b>                              | 1 348 540    | 1 600 136    | 1 547 098    | 1 574 854     | 0.1     | 17       |
| <b>Enginar</b>                                 | 1 063 852    | 1 484 433    | 1 556 077    | 1 576 589     | 0.1     | 48       |
| <b>Marul ve Çikori</b>                         | 21 141 073   | 24 003 591   | 25 406 497   | 28 400 067    | 2.6     | 34       |
| <b>Kuşkonmaz</b>                               | 6 063 608    | 7 218 460    | 8 204 520    | 9 171 380     | 0.8     | 51       |
| <b>Bamya</b>                                   | 5 697 133    | 6 873 905    | 9 302 736    | 9 371 969     | 0.9     | 65       |
| <b>İspanak</b>                                 | 12 338 562   | 18 015 104   | 23 288 440   | 28 365 892    | 2.6     | 129      |
| <b>Mantar</b>                                  | 5 282 736    | 6 968 269    | 9 906 680    | 11 132 645    | 1.0     | 110      |
| <b>Tatlı Mısır</b>                             | 10 354 458   | 10 753 460   | 11 018 440   | 10 045 302    | 0.9     | -3       |
| <b>Nane</b>                                    | 77 315       | 75 681       | 92 954       | 96 644        | 0.01    | 25       |
| <b>Diğer taze sebzeler</b>                     | 228 996 609  | 248 324 057  | 277 216 031  | 304 218 681   | 27.6    | 33       |

(Kaynak: FAO 2019)

Sebze türlerinin yıllara göre üretim alanları (ha) Tablo 10' da verilmiştir. Tablo 10 incelendiğinde, yıllara göre üretim alanlarında (ha) en fazla artışın % 416 oranla mantarda olduğu, bunu sırasıyla bamya (% 155), soğan (% 58), taze bezelye (% 57) ve karnabahar-brokolinin (% 51) izlediği görülmektedir. Bunun aksine; kabak (% -22), karpuz (% -5), kavun (% -2) ve nane (% -2) üretim alanlarında ise yıllara göre değişen oranlarda azalışın olduğu saptanmıştır (Tablo 10).

Sebze türlerinde yıllara göre verim (hg/ha) değerlerindeki değişimi ise Tablo 11' de verilmiştir. Verim değerlerinde; mantar (% -56), bamya (% -35) ve tatlı mısırdaki (% -4) azalış olurken, diğer sebze türlerinde artış olmuştur. Verimde en fazla artış sırasıyla taze fasulye-börülce (% 75), hıyar-acur (% 74), patlıcan (% 65) ve şalgam-havuç (% 63) türlerinde olmuştur (Tablo 11).

**Tablo 10.** Dünyada Sebze Türlerinin Üretim Alanlarının (ha) Yıllara Göre Değişimi

| Türler                             | 2001-2005  | 2006-2010  | 2011-2015  | 2016-2019  | Pay (%) | Değ. (%) |
|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|---------|----------|
|                                    | Alan (ha)  | Alan (ha)  | Alan (ha)  | Alan (ha)  |         |          |
| <i>Birincil Sebzeler</i>           | 44 541 736 | 48 500 576 | 54 320 369 | 58 483 126 | 100     | 31       |
| Kavun                              | 1 069 746  | 1 111 849  | 1 075 542  | 1 045 478  | 1.8     | -2       |
| Karpuz                             | 3 301 377  | 3 216 424  | 3 166 692  | 3 129 659  | 5.4     | -5       |
| Hıyar ve Acur                      | 1 951 607  | 1 950 961  | 2 123 060  | 2 185 080  | 3.7     | 12       |
| Kabak                              | 1 515 743  | 1 665 662  | 1 863 300  | 1 177 875  | 2.0     | -22      |
| Domates                            | 4 008 412  | 4 289 154  | 4 793 940  | 4 920 498  | 8.4     | 23       |
| Biber                              | 1 663 544  | 1 799 853  | 1 922 562  | 1 980 024  | 3.4     | 19       |
| Patlıcan                           | 1 688 959  | 1 709 549  | 1 811 968  | 1 827 826  | 3.1     | 8        |
| Soğan                              | 3 269 465  | 4 030 527  | 4 635 747  | 5 157 761  | 8.8     | 58       |
| Sarımsak                           | 1 132 766  | 1 307 910  | 1 434 689  | 1 571 201  | 2.7     | 38       |
| Şallot ve Yeşil Soğan              | 222 537    | 232 493    | 225 640    | 225 502    | 0.4     | 1        |
| Pırasa ve Diğer <i>Allium</i> spp. | 107 993    | 123 208    | 130 693    | 136 354    | 0.2     | 26       |
| Lahana, Diğer <i>Brassica</i> spp. | 2 406 364  | 2 240 213  | 2 426 003  | 2 443 791  | 4.2     | 1        |
| Karnabahar ve Brokoli              | 927 941    | 1 091 996  | 1 249 587  | 1 397 594  | 2.4     | 51       |
| Şalgam ve Havuç                    | 1 083 199  | 1 155 961  | 1 163 629  | 1 137 713  | 1.9     | 5        |
| Taze Fasulye ve Börülce            | 1 423 392  | 1 456 826  | 1 516 319  | 1 618 487  | 2.8     | 14       |
| Taze Bezelye                       | 1 703 214  | 2 024 939  | 2 305 624  | 2 674 563  | 4.6     | 57       |
| Taze Bakla                         | 221 008    | 246 489    | 246 492    | 243 171    | 0.4     | 10       |
| Enginar                            | 122 469    | 130 458    | 125 666    | 124 545    | 0.2     | 1        |
| Marul ve Çikori                    | 971 641    | 1 114 235  | 1 169 754  | 1 289 765  | 2.2     | 33       |
| Kuşkonmaz                          | 1 232 356  | 1 400 441  | 1 479 711  | 1 594 069  | 2.7     | 29       |
| Bamya                              | 919 814    | 1 047 038  | 1 994 630  | 2 347 561  | 4.0     | 155      |
| Ispanak                            | 767 907    | 822 999    | 900 454    | 918 828    | 1.6     | 20       |
| Mantar                             | 13 582     | 18 940     | 25 441     | 70 155     | 0.1     | 416      |
| Tatlı Mısır                        | 1 113 573  | 1 112 073  | 1 138 545  | 1 115 311  | 1.9     | 0.1      |
| Nane                               | 3 402      | 2 994      | 3 377      | 3 346      | 0.0     | -2       |
| Diğer taze sebzeler                | 15 841 405 | 17 287 080 | 19 330 352 | 21 311 359 | 36.4    | 35       |

(Kaynak: FAO 2019)

**Tablo 11.** Dünyada Sebze Türlerinin Verim (hg/ha) Değerlerinin Yıllara Göre Değişimi

| Türler                             | 2001-2005     | 2006-2010     | 2011-2015     | 2016-2019     | Değ. (%) |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
|                                    | Verim (hg/ha) | Verim (hg/ha) | Verim (hg/ha) | Verim (hg/ha) |          |
| <i>Birincil Sebzeler</i>           | 166 552       | 179 197       | 184 795       | 188 709       | 13       |
| Kavun                              | 203 435       | 227 278       | 242 559       | 257 976       | 27       |
| Karpuz                             | 267 803       | 282 767       | 308 531       | 322 931       | 20       |
| Hıyar ve Acur                      | 220 059       | 292 089       | 344 878       | 382 830       | 74       |
| Kabak                              | 128 983       | 130 493       | 131 995       | 141 401       | 10       |
| Domates                            | 297 094       | 334 347       | 349 895       | 363 477       | 22       |
| Biber                              | 142 113       | 156 311       | 164 602       | 185 197       | 30       |
| Patlıcan                           | 177 330       | 232 998       | 266 724       | 292 159       | 65       |
| Soğan                              | 176 825       | 183 774       | 186 910       | 189 238       | 7        |
| Sarımsak                           | 118 397       | 156 589       | 170 945       | 182 178       | 54       |
| Şallot ve Yeşil Soğan              | 178 276       | 189 049       | 199 797       | 205 542       | 15       |
| Pırasa ve Diğer <i>Allium</i> spp. | 161 259       | 168 946       | 166 090       | 159 101       | 1.4      |
| Lahana, Diğer <i>Brassica</i> spp. | 282 027       | 288 564       | 286 666       | 286 261       | 1.5      |
| Karnabahar ve Brokoli              | 184 455       | 183 453       | 186 932       | 186 279       | 1        |
| Şalgam ve Havuç                    | 229 435       | 282 002       | 328 463       | 374 945       | 63       |
| Taze Fasulye ve Börülce            | 90 838        | 127 773       | 142 343       | 158 853       | 75       |
| Taze Bezelye                       | 73 065        | 74 249        | 76 330        | 77 951        | 7        |
| Taze Bakla                         | 60 824        | 64 901        | 62 778        | 64 771        | 6        |
| Enginar                            | 105 674       | 113807        | 123 876       | 126 525       | 20       |



|                     |           |           |           |           |     |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
| Marul ve Çikori     | 217 390   | 215 423   | 217 213   | 220 187   | 1.3 |
| Kuşkonmaz           | 49 065    | 51 539    | 55 435    | 57 527    | 17  |
| Bamya               | 61 923    | 65 605    | 47 841    | 40 139    | -35 |
| Ispanak             | 160 257   | 218 772   | 258 548   | 308 610   | 93  |
| Mantar              | 3 956 664 | 3 669 587 | 3 915 876 | 1 753 580 | -56 |
| Tatlı Mısır         | 92 980    | 96 698    | 96 812    | 89 664    | -4  |
| Nane                | 225 200   | 252 271   | 276 234   | 288 370   | 28  |
| Diğer taze sebzeler | 144 650   | 143 694   | 143 405   | 142 762   | -1  |

(Kaynak: FAO 2019)

### 3. DÜNYA YAŞ SEBZE TİCARETİ

#### 3.1. İhracat Verileri

2000-2020 yılları arasındaki dünya sebze ihracat miktarı ve parasal değerinin yıllara göre değişimi Tablo 12’de verilmiştir. 2019 yılı FAO verilerine göre, dünyada toplam yaş sebze ihracat miktarı 70 026 236 ton, parasal değeri ise 84 916 675 000 \$’dır. Dünya sebze ihracat miktarında yıllara göre düzenli bir artış görülürken, 2020 yılında yaşanan Covid-19 Pandemisi nedeniyle ihracat miktarında 2019 yılına göre dramatik şekilde (% -52.1) azalış olmuştur (Tablo 12). İhracat parasal değerinde ise 2000 (% -5.6), 2009 (% -3.6), 2012 (% -3.6) ve 2015 (% -4.2) yıllarında düşük düzeylerde azalışlar olurken, 2020 yılındaki azalış yine Covid-19 Pandemisi nedeniyle 2019 yılına göre belirgin şekilde (% -45.1) olmuştur (Tablo 12).

Tablo 13’de 2016-2020 yılları arasında sebze türlerine göre ihracat miktarları verilmiştir. 2019 yılı verilerine göre sebze türlerinden tek başına en fazla ihracatın yapıldığı türler % 24.8 payla patates ile % 15 payla domates olmuştur (Tablo 13). İhracat miktarlarında, bütün sebze gruplarında 2020 yılındaki ihracat miktarlarındaki ani düşüşler nedeniyle toplam değişimde belirgin azalmalar olmuştur. İhracat miktarında, en belirgin düşüş domates (% -56.8) ve *Allium* grubu (% -50) sebzelerde olmuştur. Patates (% -13.7) ve marul-çikori (% -26.5) türleri ise bu düşüşten en az etkilenen türler olmuşturlardır (Tablo 13).

**Tablo 12.** Dünya Sebze İhracat Miktarı ve Parasal Değerinin Yıllara Göre Değişimi

| Yıllar | Miktar (ton) | Yıllık Değişim (%) | Parasal Değer (1000 \$) | Yıllık Değişim (%) |
|--------|--------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| 2000   | 31 197 677   | 0.75               | 22 295 248              | -5.6               |
| 2001   | 33 385 143   | 7                  | 23 621 225              | 5.9                |
| 2002   | 35 529 037   | 6.4                | 25 785 806              | 9.1                |
| 2003   | 38 547 946   | 8.5                | 31 571 091              | 22.4               |
| 2004   | 40 204 582   | 4.3                | 35 035 459              | 11                 |
| 2005   | 42 272 999   | 5.1                | 38 215 756              | 9                  |
| 2006   | 45 230 197   | 7                  | 41 889 922              | 9.6                |
| 2007   | 48 007 166   | 6.1                | 49 969 212              | 19.3               |
| 2008   | 50 509 200   | 5.2                | 55 515 502              | 11.1               |
| 2009   | 50 400 485   | -0.2               | 53 494 350              | -3.6               |
| 2010   | 53 577 309   | 6.3                | 61 055 853              | 14.1               |
| 2011   | 55 742 289   | 4                  | 65 662 167              | 7.5                |
| 2012   | 55 656 062   | -                  | 63 324 653              | -3.6               |
| 2013   | 58 336 996   | 4.8                | 71 206 523              | 12.4               |
| 2014   | 61 426 646   | 5.3                | 73 271 450              | 2.9                |
| 2015   | 61 399 614   | -0.1               | 70 191 221              | -4.2               |
| 2016   | 64 261 154   | 4.6                | 74 467 990              | 6.1                |
| 2017   | 66 265 424   | 3.1                | 80 117 245              | 7.6                |
| 2018   | 68 466 660   | 3.3                | 82 776 848              | 3.3                |
| 2019   | 70 026 236   | 2.3                | 84 916 675              | 2.6                |
| 2020   | 33 542 260   | -52.1              | 46 653 728              | -45.1              |

Kaynak: 2000-2019 verileri FAO, 2020 yılı verileri Trademap’den alınmıştır.

**Tablo 13.** Dünyada Türler Bazında Sebze İhracat Miktarındaki (ton) Yıllara Göre Değişim

| Türler  | İhracat Miktar (ton) |            |            |            |         |            |          |
|---|----------------------|------------|------------|------------|---------|------------|----------|
|   | 2016                 | 2017       | 2018       | 2019       | Pay (%) | 2020       | Değ. (%) |
| Patates   | 12 757 505           | 13 330 840 | 13 276 405 | 13 327 277 | 24.8    | 11 014 365 | -13.7    |
| Domates   | 8 438 310            | 8 033 586  | 8 367 502  | 8 057 644  | 15      | 3 641 139  | -56.8    |
| Soğan, şallot, sarımsak, pırasa, diğer <i>Allium</i> spp.             | 10 466 554           | 10 745 517 | 11 139 640 | 11 443 970 | 21.4    | 5 231 370  | -50      |
| Baş ve yaprak lahanası, alabaş, karnabahar, brokoli, Brüksel lahanası | 3 628 351            | 3 772 926  | 3 900 565  | 3 630 813  | 6.8     | 1 867 840  | -48.5    |
| Marul ve çikori   | 2 282 462            | 2 294 389  | 2 334 080  | 2 022 608  | 3.7     | 1 678 439  | -26.5    |
| Havuç, şalgam, pancar, kereviz, turp                                  | 3 595 545            | 3 389 140  | 3 642 973  | 3 580 269  | 6.7     | 2 065 432  | -42.6    |
| Hıyar ve acur   | 2 939 669            | 2 934 052  | 3 012 192  | 2 898 048  | 5.4     | 1 790 819  | -39.1    |
| Fasulye, bezelye, börülce (Taze)                                      | 1 034 631            | 1 258 793  | 1 242 846  | 946 089    | 1.7     | 533 218    | -51.5    |
| Diğer sebzeler*   | 9 344 693            | 9 518 102  | 9 823 209  | 7 629 054  | 14.2    | 5 719 638  | -48.5    |

\*: Enginar, kuşkonmaz, patlıcan, mantar, biber, ıspanak, kabakgiller ve diğerleri (Kaynak: Trademap)

Türler bazında ihracat parasal değerinde de; yine 2020 yılındaki ani azalışlar nedeniyle toplam değişimde belirgin düşüşler olmuştur. Marul-çikori ihracat parasal değerinde en az düşüşün (% -6) olduğu tür olmuş, bunu sırasıyla patates (% -15.1) ve hıyar-acur (% -17.4) takip etmiştir. 2019 yılı verilerine göre ihracat parasal değerinde en fazla payı (% 18.8) alan tür domates olmuş, bunu sırasıyla *Allium* grubu sebzeler (% 15) ve patates (% 10.3) izlemiştir (Tablo 14).

**Tablo 14.** Dünyada Türler Bazında Sebze İhracat Parasal Değerinde Yıllara Göre Değişim

| Türler  | İhracat Parasal Değer (1000 \$) |            |            |            |         |            |          |
|---|---------------------------------|------------|------------|------------|---------|------------|----------|
|   | 2016                            | 2017       | 2018       | 2019       | Pay (%) | 2020       | Değ. (%) |
| Patates   | 3 995 756                       | 4 335 214  | 4 365 257  | 4 988 494  | 10.3    | 3 394 793  | -15.1    |
| Domates   | 8 711 712                       | 9 048 019  | 9 527 928  | 9 151 893  | 18.8    | 5 378 005  | -38.3    |
| Soğan, şallot, sarımsak, pırasa, diğer <i>Allium</i> spp.             | 7 310 370                       | 6 718 640  | 6 009 684  | 7 279 630  | 15      | 3 284 277  | -55.1    |
| Baş ve yaprak lahanası, alabaş, karnabahar, brokoli, Brüksel lahanası | 2 854 011                       | 3 046 191  | 3 209 372  | 3 526 963  | 7.3     | 2 110 871  | -26      |
| Marul ve çikori   | 2 435 498                       | 2 693 015  | 2 842 434  | 2 933 203  | 6       | 2 299 978  | -6       |
| Havuç, şalgam, pancar, kereviz, turp                                  | 1 798 438                       | 1 747 919  | 2 092 119  | 2 017 775  | 4.1     | 1 230 437  | -31.6    |
| Hıyar ve acur   | 2 458 053                       | 2 475 506  | 2 753 892  | 2 618 198  | 5.4     | 2 030 822  | -17.4    |
| Fasulye, bezelye, börülce (Taze)                                      | 1 195 528                       | 1 362 562  | 1 417 291  | 1 436 477  | 3       | 710 661    | -40.6    |
| Diğer sebzeler*   | 13 025 381                      | 13 840 314 | 14 317 838 | 14 573 663 | 30      | 10 311 189 | -20.8    |

\*: Enginar, kuşkonmaz, patlıcan, mantar, biber, ıspanak, kabakgiller ve diğerleri (Kaynak: Trademap)

**Tablo 15.** Dünyada Sebze İhracat Parasal Değerinde (1000 \$) Önemli Payı Olan Ülkeler

| Ülkeler    | İhracat Parasal Değer (1000 \$) |            |            |            |         |           |          |
|------------|---------------------------------|------------|------------|------------|---------|-----------|----------|
|            | 2016                            | 2017       | 2018       | 2019       | Pay (%) | 2020      | Değ. (%) |
| Çin        | 10 553 812                      | 11 161 646 | 10 518 061 | 10 328 092 | 14.3    | -         | -        |
| Hollanda   | 7 143 556                       | 7 446 142  | 7 843 351  | 8 128 491  | 11.3    | 8 198 943 | 14.7     |
| Meksika    | 6 687 307                       | 6 697 858  | 7 210 441  | 7 481 215  | 10.4    | -         | -        |
| İspanya    | 6 532 782                       | 6 843 559  | 7 207 146  | 7 410 274  | 10.3    | 8 082 623 | 23       |
| ABD        | 4 690 218                       | 4 785 984  | 4 504 136  | 4 685 873  | 6.5     | 4 833 304 | 3        |
| Kanada     | 4 832 111                       | 4 494 375  | 4 088 383  | 4 375 676  | 6.1     | 5 505 352 | 14       |
| Fransa     | 2 299 706                       | 2 322 441  | 2 273 989  | 2 509 263  | 3.5     | 2 434 398 | 6        |
| Belçika    | 2 448 179                       | 2 563 463  | 2 535 551  | 2 473 102  | 3.4     | 2 631 614 | 7        |
| İtalya     | 1 692 173                       | 1 748 434  | 1 801 450  | 1 745 886  | 2.4     | 1 785 997 | 5.5      |
| Avustralya | 1 716 384                       | 2 460 952  | 977 933    | 920 197    | 1.3     | 1 130 013 | -34.2    |
| Almanya    | 1 173 039                       | 1 230 298  | 1 273 249  | 1 341 320  | 1.9     | 1 270 885 | 8.3      |
| Hindistan  | 1 160 443                       | 1 149 213  | 1 230 062  | 1 094 257  | 1.5     | -         | -        |
| Tayland    | 1 378 885                       | 1 390 280  | 1 220 160  | 869 689    | 1.2     | 991 258   | 28.2     |
| Myanmar    | 1 422 760                       | 940 327    | 761 541    | 973 807    | 1.4     | -         | -        |
| Polonya    | 966 629                         | 1 004 449  | 1 320 738  | 1 365 842  | 1.9     | 1 317 007 | 36.2     |
| Mısır      | 966 615                         | 1 070 250  | 911 239    | 1 105 218  | 1.5     | -         | -        |
| Fas        | 902 229                         | 1 129 774  | 1 269 495  | 1 395 338  | 1.9     | -         | -        |
| Türkiye    | 942 266                         | 1 001 925  | 1 085 781  | 1 045 080  | 1.5     | 1 434 317 | 52.2     |
| Arjantin   | 724 267                         | 732 983    | 608 855    | 638 018    | 0.9     | 676 765   | -6.6     |
| Peru       | 662 568                         | 634 827    | 627 587    | 667 154    | 0.9     | 676 816   | 2.1      |

(Kaynak: Trademap)

İhracat parasal değerinde ise öne çıkan ilk 5 ülke sırasıyla; Çin (% 14.3), Hollanda (% 11.3), Meksika (% 10.4), İspanya (% 10.3) ve ABD (% 6.5) olmuştur (Tablo 15).

### 3.2. İthalat Verileri

2000-2020 yılları arasındaki dünya yaş sebze ithalat miktarları ve parasal değişim (Tablo 16), türlere göre sebze ithalat miktarlarının değişimi (Tablo 17), türler bazında sebze ithalat parasal değerinde yıllara göre değişimi (Tablo 18), ithalat parasal değerinde öne çıkan ülkeler (Tablo 19)' da sunulmuştur.

**Tablo 16.** Dünya Sebze İthalat Miktarı ve Parasal Değerinin Yıllara Göre Değişimi

| Yıllar | Miktar (ton) | Yıllık Değişim (%) | Parasal Değer (1000 \$) | Yıllık Değişim (%) |
|--------|--------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| 2000   | 30 596 610   | 0.1                | 24 008 787              | -4                 |
| 2001   | 32 871 566   | 7.4                | 25 007 329              | 4.1                |
| 2002   | 34 879 777   | 6.1                | 26 798 548              | 7.2                |
| 2003   | 37 489 619   | 7.5                | 32 365 833              | 20.8               |
| 2004   | 39 356 068   | 5                  | 35 954 417              | 11                 |
| 2005   | 40 994 460   | 4.2                | 39 033 059              | 8.6                |
| 2006   | 43 684 446   | 6.6                | 42 857 864              | 9.8                |
| 2007   | 46 561 134   | 6.6                | 50 609 307              | 18.1               |
| 2008   | 48 335 410   | 3.8                | 55 554 551              | 9.8                |
| 2009   | 48 338 901   | -                  | 53 512 634              | -3.7               |
| 2010   | 51 649 536   | 6.8                | 60 145 936              | 12.4               |
| 2011   | 53 331 394   | 3.2                | 64 549 051              | 7.3                |
| 2012   | 54 271 911   | 1.8                | 63 595 068              | -1.5               |
| 2013   | 56 686 465   | 4.4                | 70 714 300              | 11.2               |
| 2014   | 58 805 709   | 3.7                | 71 811 236              | 1.5                |
| 2015   | 60 044 723   | 2.1                | 69 753 047              | -2.9               |
| 2016   | 62 209 372   | 3.6                | 72 754 499              | 4.3                |
| 2017   | 63 477 415   | 2                  | 77 543 153              | 6.6                |
| 2018   | 65 950 850   | 3.9                | 79 743 298              | 2.8                |
| 2019   | 67 888 386   | 2.9                | 82 170 913              | 3                  |
| 2020   | 43 707 575   | -35.6              | 59 808 832              | -27.2              |

Kaynak: 2000-2019 verileri FAO, 2020 yılı verileri Trademap' den alınmıştır.

**Tablo 17.** Dünyada Türler Bazında Sebze İthalat Miktarındaki Yıllara Göre Değişim

| Türler  | İthalat Miktarı (ton) |            |            |            |         |            |          |
|---|-----------------------|------------|------------|------------|---------|------------|----------|
|   | 2016                  | 2017       | 2018       | 2019       | Pay (%) | 2020       | Değ. (%) |
| Patates   | 13 321 031            | 14 256 673 | 14 953 894 | 15 296 185 | 25.7    | 11 485 138 | -13.8    |
| Domates   | 7 756 365             | 7 605 658  | 8 066 983  | 7 666 993  | 12.9    | 6 040 827  | -22.2    |
| Soğan, şallot, sarımsak, pırasa, diğer <i>Allium</i> spp.             | 16 412 548            | 11 253 119 | 11 975 052 | 11 898 481 | 20      | 5 960 081  | -36.3    |
| Baş ve yaprak lahanası, alabaş, karnabahar, brokoli, Brüksel lahanası | 3 931 774             | 4 028 603  | 4 142 876  | 4 425 058  | 7.4     | 3 129 097  | -20.5    |
| Marul ve çikori   | 2 167 136             | 2 182 799  | 2 225 851  | 2 198 325  | 3.7     | 1 938 938  | -10.6    |
| Havuç, şalgam, pancar, kereviz, turp                                  | 3 404 194             | 3 425 816  | 3 557 256  | 3 469 901  | 5.8     | 2 888 845  | -15.2    |
| Hıyar ve acur   | 2 801 584             | 2 782 309  | 2 944 438  | 2 814 181  | 4.7     | 2 682 173  | -4.3     |
| Fasulye, bezelye, börülce (Taze)                                      | 1 241 193             | 1 204 946  | 1 314 864  | 1 217 362  | 2       | 967 046    | -22.1    |
| Diğer sebzeler*   | 8 785 954             | 9 046 238  | 9 671 941  | 10 477 283 | 17.6    | 8 615 430  | -2       |

\*: Enginar, kuşkonmaz, patlıcan, mantar, biber, ıspanak, kabakgiller ve diğerleri (Kaynak: Trademap)

İthalat miktarlarında 2009 yılı hariç, diğer yıllarda bir önceki yıla göre artışlar görülürken, 2020 yılında Covid-19 Pandemisi nedeniyle ani düşüş (% -35.6) yaşanmıştır. 2019 yılı FAO verilerine göre dünya sebze ithalat miktarı 67 888 386 ton, ithalat parasal değeri 82 170 913 000 \$' dır (Tablo 16).

Sebze ithalat parasal değerinde ise, 2000 (% -4), 2009 (% -3.7), 2012 (% -1.5) ve 2015 (% -2.9) yıllarında bir önceki yıla göre az bir miktar düşüşler yaşanırken, yine 2020 yılında dramatik şekilde azalma (% -27.2) olmuştur (Tablo 16). Sebze ithalat miktarında da yine tek başına başı çeken türler % 25.7 payla patates ve % 12.9 payla domates olmuştur (Tablo 17).

Türler bazında ithalat parasal değerinde de; yine 2020 yılındaki ani azalışlar nedeniyle toplam değişimde bazı tür gruplarında belirgin düşüşler olurken, bazılarında bir önceki yıla göre artışlar olmuştur (Tablo 19). İthalat parasal değerinde ise öne çıkan ilk 5 ülke sırasıyla; ABD (% 16), Almanya (% 9.9), İngiltere (% 6), Fransa (% 4.8) ve Kanada (% 4.7) olmuştur (Tablo 19).

**Tablo 18.** Dünyada Türler Bazında Sebze İthalat Parasal Değerinde Yıllara Göre Değişim

| Türler  | İthalat Parasal Değer (1000 \$) |            |            |            |         |            |          |
|---|---------------------------------|------------|------------|------------|---------|------------|----------|
|   | 2016                            | 2017       | 2018       | 2019       | Pay (%) | 2020       | Değ. (%) |
| Patates   | 4 273 645                       | 4 512 535  | 4 637 365  | 5 261 174  | 10.8    | 3 470 701  | 19       |
| Domates   | 8 774 519                       | 9 131 196  | 9 457 666  | 9 073 792  | 18.6    | 9 105 669  | 3        |
| Soğan, şallot, sarımsak, pırasa, diğer <i>Allium</i> spp.             | 6 547 052                       | 6 415 695  | 5 890 269  | 6 777 844  | 13.9    | 4 424 315  | -32.5    |
| Baş ve yaprak lahanası, alabaş, karnabahar, brokoli, Brüksel lahanası | 3 006 888                       | 3 210 499  | 3 238 298  | 3 486 188  | 7.2     | 3 092 439  | 2        |
| Marul ve çikori   | 2 644 098                       | 2 811 679  | 2 882 873  | 2 889 948  | 5.9     | 2 587 266  | -2.2     |
| Havuç, şalgam, pancar, kereviz, turp                                  | 1 835 294                       | 1 756 790  | 2 080 518  | 1 948 719  | 4       | 1 594 115  | -13.2    |
| Hıyar ve acur   | 2 520 065                       | 2 580 058  | 2 862 470  | 2 697 995  | 5.5     | 2 837 105  | 12       |
| Fasulye, bezelye, börülce (Taze)                                      | 1 459 257                       | 1 519 804  | 1 661 069  | 1 564 239  | 3.2     | 1 562 468  | 7        |
| Diğer sebzeler*   | 13 543 324                      | 14 101 189 | 14 596 451 | 14 914 980 | 30.7    | 14 589 763 | 7        |

\*: Enginar, kuşkonmaz, patlıcan, mantar, biber, ıspanak, kabakgiller ve diğerleri (Kaynak: Trademap)

**Tablo 19.** Dünyada Sebze İthalat Parasal Değerinde Önemli Payı Olan Ülkeler

| Ülkeler   | İthalat Parasal Değer (1000 \$) |            |            |            |         |            | Değ. (%) |
|-----------|---------------------------------|------------|------------|------------|---------|------------|----------|
|           | 2016                            | 2017       | 2018       | 2019       | Pay (%) | 2020       |          |
| ABD       | 10 309 868                      | 10 287 827 | 10 935 876 | 11 487 649 | 16      | 12 787 130 | 24       |
| Almanya   | 6 499 629                       | 6 944 417  | 7 229 192  | 7 160 764  | 9.9     | 7 662 265  | 17       |
| İngiltere | 4 182 606                       | 4 165 521  | 4 356 521  | 4 320 342  | 6       | 4 285 167  | 2        |
| Fransa    | 3 305 577                       | 3 551 200  | 3 503 267  | 3 491 555  | 4.8     | 3 585 933  | 8        |
| Kanada    | 3 053 416                       | 3 169 301  | 3 135 466  | 3 366 700  | 4.7     | 3 365 350  | 10       |
| Hollanda  | 2 494 303                       | 2 743 932  | 2 781 262  | 2 899 721  | 4       | 2 991 698  | 19       |
| Japonya   | 2 473 264                       | 2 496 165  | 2 581 804  | 2 470 309  | 3.4     | 2 312 336  | -7       |
| Belçika   | 2 107 265                       | 2 184 778  | 2 199 840  | 2 323 727  | 3.2     | 2 293 766  | 8        |
| İtalya    | 1 687 777                       | 1 833 819  | 1 803 657  | 1 916 050  | 2.7     | 1 858 865  | 10       |
| Rusya     | 1 396 009                       | 1 794 800  | 1 843 441  | 1 831 251  | 2.5     | 1 598 380  | 14       |
| Hindistan | 4 026 070                       | 3 959 483  | 1 087 491  | 1 605 941  | 2.2     | -          | -        |
| Çin       | 1 847 951                       | 1 992 459  | 2 037 900  | 1 566 071  | 2.2     | -          | -        |
| İspanya   | 1 309 273                       | 1 399 168  | 1 604 520  | 1 563 213  | 2.2     | 1 615 275  | 23       |
| Polonya   | 696 249                         | 770 518    | 955 034    | 1 134 802  | 1.6     | 1 134 453  | 62       |
| BAE*      | 1 262 904                       | 1 342 007  | 973 327    | 945 531    | 1.3     | -          | -        |
| Tayland   | 719 013                         | 833 419    | 876 793    | 980 401    | 1.4     | 977 644    | 36       |
| Malezya   | 999 674                         | 937190     | 875 180    | 831 982    | 1.2     | 906 220    | -10      |
| İsveç     | 720 669                         | 745 366    | 776 012    | 756 123    | 1       | 802 143    | 11       |
| Avusturya | 622 504                         | 685 342    | 722 558    | 729 483    | 1       | 743 853    | 19       |
| Kore      | 716 501                         | 683 553    | 699 642    | 654 114    | 0.9     | 692 559    | -4       |

\*: Birleşik Arap Emirlikleri (Kaynak: Trademap)

#### 4. SONUÇ

Sonuç olarak, burada sunulan çalışmada dünya yaş sebze üretimi ve ticaretinin mevcut durumu ortaya konulmuştur. Dünyada 2001-2019 yılları arasında tatlı mısır hariç tüm sebze türlerinde üretim miktarlarında artışlar olmuştur. Kabak, kavun, karpuz ve nanede üretim alanları azalırken, diğer tüm türlerinde üretim alanları artış göstermiştir. Verim bakımından ise bamya, mantar ve tatlı mısır hariç, tüm sebze türlerinde birim alandan alınan ürün miktarında artışlar görülmüştür. Dünya yaş sebze ticaretinde ise; hem ihracat hem de ithalatta öne çıkan türler domates, patates ve *Allium* gurubu sebze türleri olmuştur.

#### KAYNAKLAR

Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, İ., Yanmaz, R. (2010). Genel Bahçe Bitkileri Kitabı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1579, Ders Kitabı: 531. Ankara Üniversitesi Yayınları No: 253(3. Baskı) ISBN: 978-975-482-866-5., 369 s.

FAO (2019). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Trademap (2019). <https://www.trademap.org/Index.aspx>

**NOHUT GEVENİNİN (*ASTRAGALUS CICER L.*) HAYVANCILIKTA KULLANIMI ÜZERİNE  
YETİŞTİRİCİ GÖRÜŞLERİ: ADIYAMAN İLİ ÖRNEĞİ**

**BREEDERS' OPINIONS ON THE USE OF CICER MILKVETCH (*ASTRAGALUS CICER L.*) IN  
LIVESTOCK: CASE OF ADIYAMAN**

**Tugay AYAŞAN**

Doç. Dr, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Organik Tarım  
İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye

**Fatma GÜNDÜZ**

Lisans öğrencisi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Organik  
Tarım İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye

**Köksal KARADAŞ**

Doç. Dr, Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü Tarım İşletmeciliği Anabilim Dalı,  
Iğdır

**Behlül SEVİM**

Dr. Öğretim Üyesi, Aksaray Üniversitesi Eskil Meslek Yüksek Okulu, Aksaray

**ÖZET**

Bu çalışmada; Adıyaman ilinde hayvancılık yapan üreticilerin genel durumu hakkında bilgi sahibi olmak, nohut geveninin üretim durumu, çiftçiler tarafından kullanım durumu ve nohut geveninin besin içeriğinin, çiftçi tarafından bilinip bilinmediğini ölçmek temel amaçtır. Bu çalışmanın materyalini; Adıyaman ilinde hayvansal üretim yapan çiftçiler oluşturmuştur. Ankete toplam 424 çiftçi katılmış olup, çiftçilerin genel durumu ölçülmeye çalışılmıştır. Bu çalışma Kasım 2020 tarihinde uygulanmış olup; anket formu kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmada katılım sağlayan çiftçilere ne tür hayvancılık yapıyorsunuz sorusu sorulmuş, ankete katılanların %81,8'i ile büyükbaş hayvancılık yaptığını ifade ederken; %10,6'sı küçükbaş hayvancılık, %4,5'u kanatlı hayvan yetiştiriciliği yaptığını bildirirken; %3,1'i de diğer cevabını vermiştir. Ankette çiftçilerin bitkisel üretim faaliyeti ile uğraşp uğraşmadığı sorulmuş, ankete katılanların %72,9'u evet, %27,1'i de hayır cevabını vermiştir. Çiftçilerin %32,3'ü buğday, %24,5'i mısır, %9,4'ü arpa, %6,6'sı yonca, %1,2'si de nohut geveni yetiştirirken; %25,9'u hiçbir ürün yetiştirmediklerini ifade etmiştir. Yem bitkileri üretimi yapanların oranı %82,1 iken, %17,9 ise üretim yapmadığını bildirmiştir.

Nohut gevenin içerdiği protein miktarının diğer yem bitkilerinden fazla oranda protein yapısına sahip olduğunu biliyor musunuz sorusuna %78,8'si hayır bilmiyorum derken; %21,2'si evet biliyorum cevabını söylemişlerdir. Nohut geveni yetiştiriciliğini yaptınız mı sorusuna çiftçilerin %96,5'u hayır derken, %3,5'u evet cevabını vermişlerdir.

Hayvan yemi seçerken nelere dikkat edersiniz sorusuna çiftçilerin %74,8'i kalite derken; %17,2'si maliyet, %8,0'ı hayvanın besin madde ihtiyacını karşılaması demişlerdir. Ankete katılanlara ne tür hayvansal üretim yapıyorsunuz sorusu sorulmuş, çiftçilerimizin %58,5'inin hayvansal üretimde hem süt hem de besi üretimi yaptıkları görülmüş; %27,8'inin besi, %13,7'sinin ise süt üretimi yaptığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Nohut Geveni, Hayvan Besleme, Adıyaman, Anket

## ABSTRACT

In this study; the main purposes are to have information about the general situation of the producers concerned in livestock in Adıyaman, the production status of the cicer milkvetch, to be made to measure wheater the nutritional content is known or not by the farmers. The material of this study; formed as farmers concerned in animal production in the province of Adıyaman. A total of 424 farmers participated in the survey and the general condition of the farmers was tried to be measured. This study was implemented in November 2020; The results were obtained by using the questionnaire form.

The question of what kind of livestock you do was asked to the farmers participating in the study, while 81.8% of the respondents stated that they do cattle breeding; While 10.6% reported that they are breeding ovine and 4.5% of poultry; 3.1% gave the other answer. In the survey, it was asked whether the farmers are concerned in crop production, 72.9% of the respondents answered yes and 27.1% answered no. While 32.3% of the farmers grow wheat, 24.5% corn, 9.4% barley, 6.6% alfalfa, 1.2% cicer milkvetch; 25.9% of them stated that they did not grow any crops. While the rate of those producing forage crops was 82.1%, yet 17.9% reported that they did not.

To the question of if you know that the amount of protein contained in cicer milkvetch has a higher protein structure than other feed plants, 78.8% of them said "I do not know"; 21.2% said yes, I know. 96.5% of the farmers said no to the question of whether you have cultivated cicer milkvetch, and 3.5% answered yes.

The question on what you pay attention to when choosing animal feed, 74.8% of the farmers said quality; 17.2% of them said the cost, 8.0% of them said that the animal would meet the nutritional needs. The question of what kind of animal production you do was asked to the respondents, it was seen that 58.5% of our farmers produce both dairy farms and beef cattle in animal production; It has been observed that 27.8% produce beef cattle and 13.7% dairy farms production.

**Key words:** Cicer Milkvetch, Animal Nutrition, Adıyaman, Survey

## GİRİŞ

Adıyaman, 2020 itibariyle il nüfusu 632.459 olan bir ilimiz olup (TUİK, 2020); toplam tarım alanı 2.306.429 dekadır. Çiftçi kayıt sistemine kayıtlı çiftçi sayısı 26.342 kişi, Çiftçi kayıt sistemine kayıtlı arazi varlığı da 1.849.185,48 dekadır (Tarım ve Orman Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, 2019).

Adıyaman, tarım ve hayvancılık yapılması için uygun illerimizden birisidir. İklim ve topoğrafik özelliklerinin, ulaşım imkânlarının kolay olması, organik tarım yapılması için uygun arazi sayısının fazla olması, yılda birden fazla ürün elde edilme imkânlarının fazla olması, işgücünün ucuz olması, düşük faizli yatırım ve işletme kredilerinin verilmesi vb. nedenlerden dolayı tarım ve hayvancılığa uygundur (Tarım ve Orman Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, 2019).

Nohut geveni, içerisindeki besin değerleri açısından önemli bir yapıya sahiptir. Nohut geveni, çok yıllık bir yem olması, hayvanlarda şişkinlik yapmaması ve hayvanlar tarafından sevilerek yenmesi nedeniyle önemli bir bitkidir (Ünal ve Fıncıoğlu, 2002).

Bu çalışmada; Adıyaman ilinde hayvancılık yapan üreticilerin genel durumu hakkında bilgi sahibi olmak, nohut geveninin üretim durumu, çiftçiler tarafından kullanım durumu ve nohut geveninin besin içeriğinin, çiftçi tarafından bilinip bilinmediğini ölçmek temel amaçtır.

## 2.MATERYAL METOT

### 2.1.Materyal:

Bu çalışmanın materyalini; Adıyaman ilinde hayvansal üretim yapan çiftçiler oluşturmuştur. Ankete toplam 424 çiftçi katılmış olup, çiftçilerin genel durumu ölçülmeye çalışılmıştır. Bu çalışma Kasım 2020 tarihinde uygulanmış olup; anket formu kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir.

## 2.2. Metot:

Anket çalışması yüz yüze gerçekleştirilmiş olup veriler saptanmıştır. Covid 19 tedbirlerince çiftçilerle açık alanda, bahçede anketler yapılmıştır. Çalışma kapsamına göre 424 çiftçi ile görüşülmüştür. Anket tekniği ile elde edilen veriler SPSS programınca analiz edilmiştir. Anket sayısının tespitinde Basit Tesadüfi Örneklem içerisinde yer alan aşağıdaki örneklem formülü uygulanmıştır (Yamane, 2010).

$$n = \frac{N \cdot t^2 \cdot pq}{(N - 1)D^2 + t^2 pq}$$

n=Örnek sayısı

N=Anakitle sayısı (26342)

D=Kabul edilen veya arzu edilen örneklem hatası (0,05)

t=Tablo değeri

p=Hesaplanması istenen oran (0,5) maksimum örnek hacmine ulaşmak için p=0,5 alınmıştır.

q=1-p

$$n = \frac{26342 \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{(26342 - 1) \times 0,05^2 + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5} = 379$$

Anketlerin bir kısmının hatalı ve eksik cevaplandırılmış olması ihtimali düşünülerek yapılacak anket sayısı %15 artırılmış olup değerlendirilme 424 anket üzerinden yapılmıştır.

## 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Anket sonucu gönüllülük esasına uygun olarak, çiftçilerin demografik bilgilerine ilişkin değişkenler değerlendirilmiştir. Demografik bilgilerde cinsiyet ele alınmış, bunun yanında yaş ve eğitim durumu olarak da devam etmiştir. Çalışmada ankete katılan çiftçilerin %69,1'ini erkek %30,9'unu kadın oluşturmuştur. 424 kişinin katıldığı ankette, ankete katılanların %2,6'sını 18 yaş ve altı çiftçi oluştururken; 19-25 yaş arasındaki çiftçilerin oranı %10,8; 26-50 yaş arasındaki çiftçilerin oranı %26,7 ve de 50 yaş ve üzeri çiftçilerin oranı da %59,9 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada ankete katılanların %15,6'sının okuma-yazma bilmediği, %21,5'inin okuryazar olduğu; %39,2'sinin ilkökul, %19,8'inin ortaokul, %3,5'inin lise ve de %0,5'inin üniversite mezunu olduğu saptanmıştır (Tablo 1). Çiftçilik daha çok atadan gelen bir meslek grubu içerisinde olması sebebiyle sadece ilkökul mezunu olanlarda bu mesleği yapanların çoğunlukta olduğu gözlenmiştir.

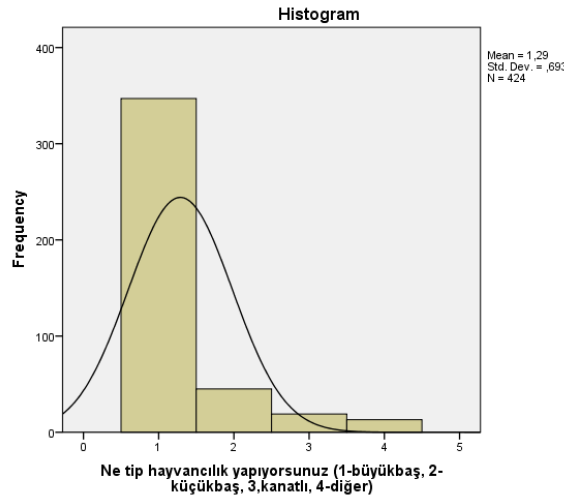
**Tablo 1.** Görüşme Yapılan Tüketici Profili (n=424)

|          | Tanımlama   | Oran (%) |
|----------|-------------|----------|
| Cinsiyet | Erkek       | 69,1     |
|          | Kadın       | 30,9     |
| Yaş      | 18 ve altı  | 2,6      |
|          | 19-25       | 10,8     |
|          | 26-50       | 26,7     |
|          | 50 ve üzeri | 59,9     |



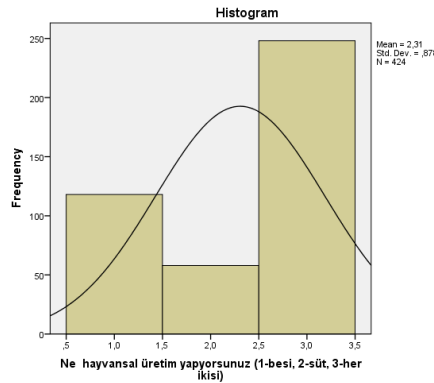
|               |                 |      |
|---------------|-----------------|------|
| Eğitim Durumu | Okuma yazma yok | 15,6 |
|               | Okuryazar       | 21,5 |
|               | İlkokul         | 39,2 |
|               | Ortaokul        | 19,8 |
|               | Lise            | 3,5  |
|               | Üniversite      | 0,5  |

Çalışmada katılım sağlayan çiftçilere ne tür hayvancılık yapıyorsunuz sorusu sorulmuş, ankete katılanların %81,8'i ile büyükbaş hayvancılık yaptığını ifade ederken; %10,6'sı küçükbaş hayvancılık, %4,5'ü kanatlı hayvan yetiştiriciliği yaptığını bildirirken; %3,1'i de diğer cevabını vermiştir (Şekil 1). Adıyaman ilindeki 2019 hayvansal verilerine bakıldığında, toplam sığır varlığının 147.606 baş olduğu, toplam koyun varlığının 176.428 baş olduğu, kıl keçisi varlığının da 193.510 baş olduğu bildirilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, 2019).



Şekil 1. Hangi tip hayvancılık yapıldığına dair histogram grafiği

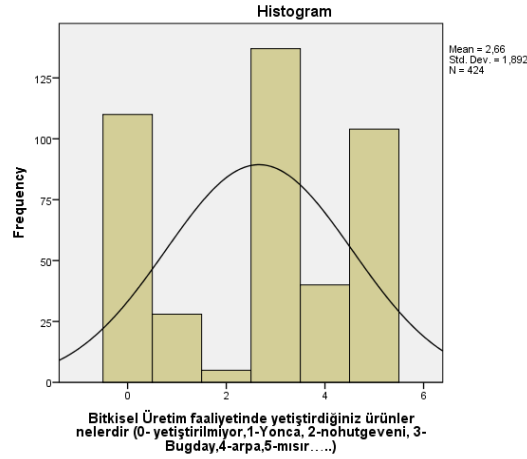
Ankete katılanlara ne tür hayvansal üretim yapıyorsunuz sorusu sorulmuş, çiftçilerimizin %58,5'inin hayvansal üretimde hem süt hem de besi üretimi yaptıkları görülmüş; %27,8'inin besi, %13,7'sinin ise süt üretimi yaptığı görülmüştür (Şekil 2). Çiftçi hayvanın hem etinden hem sütünden faydalanarak hayvansal üretim yapmaktadır. Adıyaman ilindeki tarım ve tarıma dayalı sanayi işletme sayısına bakıldığında üsteki bulgularımıza paralel olarak süt ve süt ürünlerine dayalı işletme sayısı ile et ve et ürünleri sayısının iyi olduğu görülmüştür (Tarım ve Orman Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, 2019).



Şekil 2. Hangi tip hayvansal üretim yapıldığına ait histogram grafiği

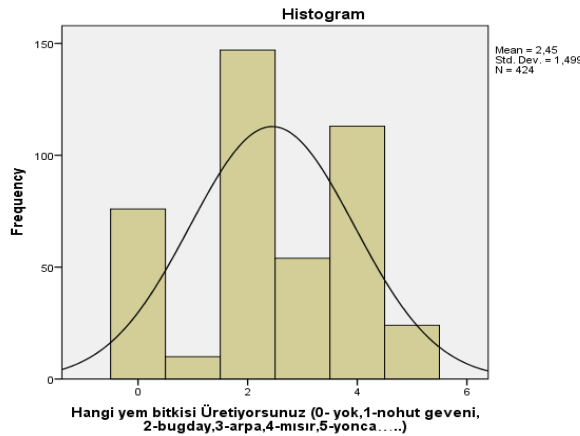
Ankette çiftçilerin bitkisel üretim faaliyeti ile uğraşıp uğraşmadığı sorulmuş, ankete katılanların %72.9'u evet, %27.1'i de hayır cevabını vermiştir. Ankete katılan çiftçilerin çoğunun köyde oturması, evet oylarının fazla çıkmasında etkili olmuştur. Çiftçiler hem bitkisel üretim ile bir gelir sağlayıp hem de hayvansal üretimle destek vermektedirler.

Bitkisel üretim yapan çiftçilerimizin yetiştirdikleri ürünler incelendiğinde, ürünlerin bölgede farklılık gösterdikleri görülmüştür (Şekil 3). Çiftçilerin %32.3'ü buğday, %24.5'i mısır, %9.4'ü arpa, %6.6'sı yonca, %1.2'si de nohut geveni yetiştirirken; %25.9'u hiçbir ürün yetiştirmediklerini ifade etmiştir. Arazisi olmayan, üretim yapmayan, kaba yemi dışardan alanların oranı ise %25,9 dur. Buğday ve mısırın bölgede en fazla yetiştirilmesinde, bu ürünlere devlet tarafından destek verilmesi etkin rol oynamaktadır.



Şekil 3. Bitkisel üretim faaliyetinde yetiştirilen ürünlere ait histogram grafiği

Çalışmamızda yem bitkileri üretimi yapanların oranı %82,1 iken, %17,9 ise üretim yapmadığını bildirmiştir. Hangi yem bitkisi üretiyorsunuz sorusuna, üreticilerin %34.7'si buğday, %26.7'si mısır derken, %12.7'si arpa, %5.7'si yonca ve %2.4'ü nohut geveni demiştir. Üreticilerin %17,9'u ise hiçbir ürün üretmediklerini ifade etmiştir (Şekil 4).



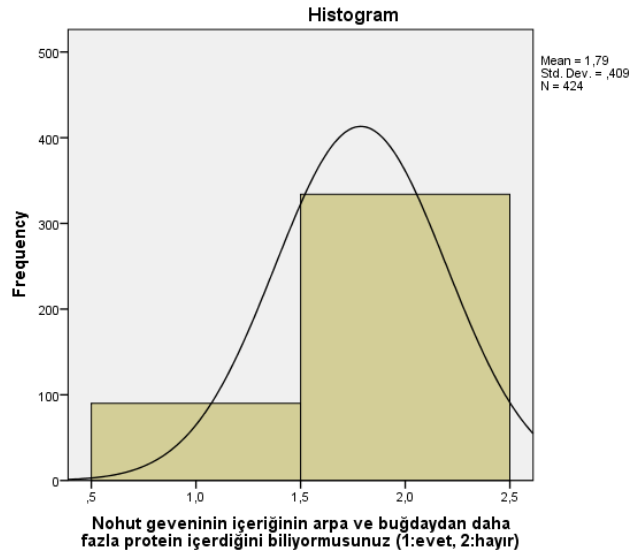
Şekil 4. Hangi yem bitkisi üretildiğine dair histogram grafiği

2019 tarla bitkileri verilerine bakıldığında, bitkisel üretim içerisinde arpanın 176.851 ton ile üretiminin en çok olduğu, buğdayın 173.633 ton ile 2.sırayı aldığı, nohutun 47.565 tonla 3.sırayı, kütlü pamuğun 35.073 ton ile 4.sırayı, dane mısırın ise 23.968 ton ile 5.sırayı aldığı görülmüştür (Tarım ve Orman Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, 2019).

Bölgede ankete katılanlara kaç adet besi hayvanınız sorusu sorulmuş olup; en fazla hayvan sayısının 4 baş (%37,3) olduğu; bunu 10 baş (%22,6); 2 baş (%22,4) izlediği, 10'dan fazla hayvana sahip olanların oranının

ise %17,7 olduğu görülmüştür. Arazi olarak dekar bazında üretim incelendiğinde, ankete katılanların %37,5'i bu soruya 10-20 dekar derken; onu %27,1 ile 5-10 dekar takip etmiştir.

Ankette üreticilere nohut geveni hakkında bilgi sahibi olup olmadıkları sorulmuştur. Üreticilerin büyük çoğunluğu (%71,7), Adıyaman'da yetişen nohut gevenini duymadıklarını ifade etmişlerdir. Nohut gevenin içerdiği protein miktarının diğer yem bitkilerinden fazla oranda protein yapısına sahip olduğunu biliyor musunuz sorusuna %78,8'si hayır bilmiyorum derken; %21,2'si evet biliyorum cevabını söylemişlerdir (Şekil 5). Karakurt (2004), nohut geveninin içermiş olduğu ham protein oranının %9,4-22,6 arasında değişim gösterdiğini ifade ederek bu değeri ortalama %14,6 olarak saptamışlardır. Teleuta ve Titei (2014), nohut gevenin ham protein oranını %14,6-23,4, ham yağ oranını %1,70-3,21, ham selüloz oranını %30,61-35,40, azotsuz öz maddeleri %32,35-56,48 ve mineral maddeleri de %6,46-9,60 arasında tespit etmiştir. Uzaticı (2019) ise gevenin ham protein düzeyinin farklı olgunlaşma dönemlerine göre farklılık gösterdiğini ifade ederek, ham protein oranlarının %11,16-21,72 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Lardner ve ark., (2019) ise gevenin ham protein oranını %16,3-16,9 olarak saptamıştır.



Şekil 5. Nohut geveninin protein içeriğine ait histogram grafiği

Nohut geveni yetiştiriciliğini yaptınız mı sorusuna çiftçilerin %96,5'u hayır derken, %3,5'u evet cevabını vermişlerdir. Besicilik yapan çiftçilerimizin besi yemini temin etme biçimi ise sorulduğunda büyük bir çoğunluğu kendi yemini kendisi hazırlarken (%97,6), çok az miktarı besi yemini dışarıdan satın aldıklarını ifade etmişlerdir (%2,4).

Tablo 2. Üreticilerin besicilikte kullandıkları yem maddeleri

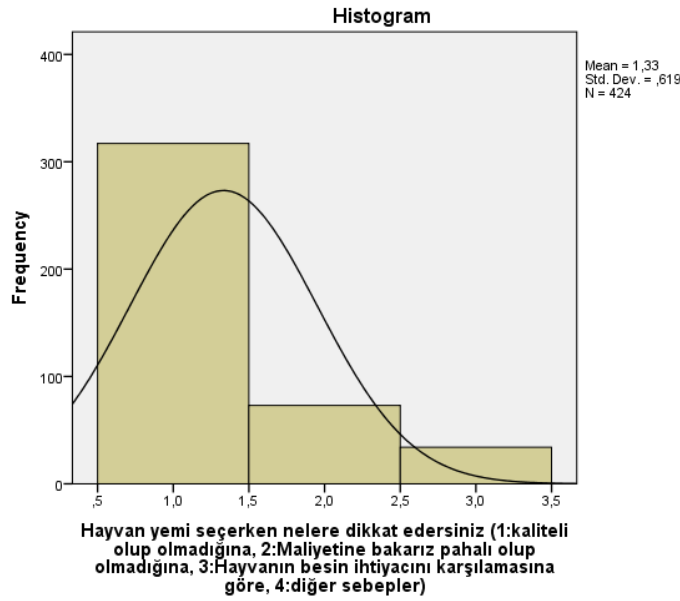
| Yem maddesi                         | Üretici sayısı | %      |
|-------------------------------------|----------------|--------|
| Saman                               | 266            | 62,74  |
| Mısır silajı + Saman                | 138            | 32,55  |
| Mısır silajı                        | 18             | 4,25   |
| Mısır silajı + saman + nohut gevesi | 2              | 0,47   |
| Toplam                              | 424            | 100,00 |

Üreticilerin %62,74'ü (n=266) besicilik faaliyetinde yem maddesi olarak yalnızca saman kullanırken, %32,55'i (n=138) mısır silajı + saman, %4,25'i (n=18) yalnızca mısır silajı ve %0,47'si ise mısır silajı + saman + nohut gevesi kullanmaktadır (Tablo 2). Üreticilerin yarısından fazlasının besicilikte yalnızca saman kullanması hayvanların yetersiz beslendiğini ve üreticilerin hazır yem veya diğer kaba yemleri kullanmadığını göstermektedir.

Besi yemini dışarıdan satın alan çiftçilere kaç TL'den satın aldıkları sorulduğunda 2,50 TL/kg dan satın aldıklarını bildirmişlerdir. Hayvanlara nohut geveni veriyorsanız, günlük ne kadar veriyorsunuz sorusu yöneltildiğinde, büyük bir çoğunluğu nohut gevenini vermedikleri (%99,1), geri kalanların ise ortalama 200 gr verdiklerini söylemişlerdir. Nohut geveninin hayvanlarda yem verimini artırdığını daha önce duyduğunuz mu sorusuna %11,1'i evet, %88,9'u da hayır cevabını vermişlerdir. Nohut geveni yetiştiriciliği yapmayan çiftçilerimizin çevrelerinde geven yetiştiriciliği yapıp yapmadığı sorulduğunda, %12,7'sinin evet, %87,3'ünün hayır cevabını verdikleri görülmüştür. Nohut geveni yetiştirmek maliyetli mi sorusuna %5,7'si evet derken; %42,5'u maliyeti yok demiş, %51,9'u da fark yok demiştir.

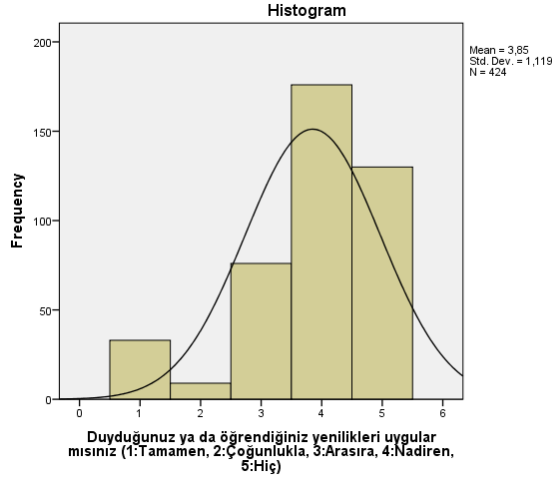
Gevenin yem ana maddesi olarak kullandığında hayvan üzerinde katkısı nasıl şeklindeki bir soruya %8,3'ü evet süt ve hayvan ağırlığında etkisi olur derken; %91,7'si hayır bir katkı vereceğini düşünmüyorum cevabını vermişlerdir. Bu konuda yapılan bir çalışmada nohut geveninin kışlık hayvan yemi ve yakacak olarak kullanıldığı, bitkinin kullanılan kısımlarının yaprakları ile sapları olduğu ifade edilmiştir (Akan ve Sade, 2015).

Hayvan yemi seçerken nelere dikkat edersiniz sorusuna çiftçilerin %74,8'i kalite derken; %17,2'si maliyet, %8,0'ı hayvanın besin madde ihtiyacını karşılaması demişlerdir (Şekil 6).



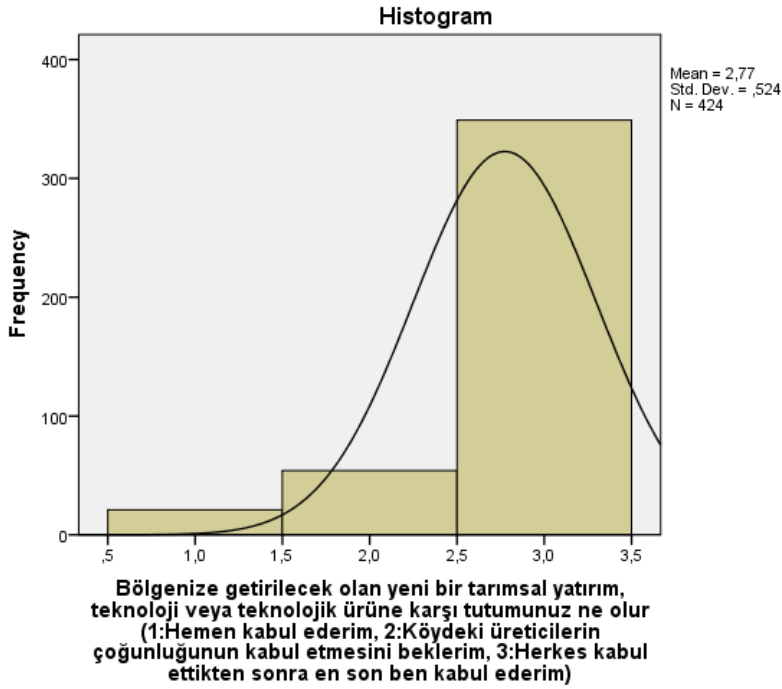
Şekil 6. Hayvan yemi seçerken dikkat edilecek olanlara ait histogram grafiği

Yapılan araştırmada çiftçilerimizin duydukları ya da öğrendikleri yenilikleri uygulayıp yapmaları sorulmuş; çiftçilerimizin %41,5'i nadiren, %30,7'si yapmadıklarını, %17,9'u ise ara sıra yaptıklarını söylemişlerdir. %2,1'i ise çoğunlukla yaptığını belirtmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Yeniliklere ait histogram grafiği

Bölgede geçirilecek olan yeni tarımsal yatırım, teknoloji ve teknolojik ürüne karşı tutumunuz nasıldır sorusuna, çiftçilerimizin %82,3'ü herkes kabul ettikten sonra en son kendilerinin kabul edeceğini bildirirken, %12,7'si köydeki üreticilerin çoğunluğunun kabul etmesini beklerim derken, %5'in ise hemen bu yeniliği kabul edeceğini söylemişlerdir (Şekil 8).



Şekil 8. Bölgeye getirilecek yeni bir teknoloji, ürüne karşı tutuma ait histogram grafiği

Üreticilerin %86,08'i (n=365) hayvancılıkta kullanılan yeni bir üründen birinci haberdar olma kaynağının televizyon/radyo/gazete reklamları olduğunu ifade etmişlerdir (Tablo 3). Yeni bir üründen haberdar olmada ikinci öncelikli haber kaynağı %68,16 ile (n=289) diğer yetiştiriciler olarak belirtilmiştir. 3. öncelikli haber kaynağı ise ürün satıcıları olarak belirlenmiştir (%55,19; n=234). Yeni çıkan ürünlerden daha fazla üreticinin haberdar olmasını sağlamak için bu ürünlerin televizyon/radyo/gazete reklamları yoluyla tanıtımlarının yapılması önerilebilir.

**Tablo 3.** Üreticilerin hayvancılıkta kullanılan yeni bir üründen (yem/ilac/sağım makinası vb.) öncelikli haberdar olma şekli

| Haber kaynağı                                      | Öncelikli cevap sayısı | %     |
|--|------------------------|-------|
| Televizyon/radyo/gazete reklamları                 | 365                    | 86,08 |
| Diğer yetiştiriciler                               | 289                    | 68,16 |
| Ürün satıcılarından                                | 234                    | 55,19 |
| Veteriner  | 92                     | 21,70 |
| Muhtar/öğretmen vs. gibi köyün ileri gelenlerinden | 82                     | 19,34 |
| Kendim araştırıyorum                               | 63                     | 14,86 |
| Tarım teşkilatından                                | 36                     | 8,49  |
| Üniversite   | 1                      | 0,24  |

Yapılan bu araştırmada, çiftçilerin %63,44 ünün ucuz maliyetli yem olarak samanı kullandıkları görülmüş; bunu %32,08 ile mısır silajı + saman; %4,01 ile mısır silajı ve %0,47 ile üçlü kombinasyonlu yemin (Mısır silajı+ saman+ nohut gevesi) takip ettiği görülmüştür (Tablo 4).

**Tablo 4.** Hayvanlarınızı beslerken düşük maliyetli bilinerek kullanılan yemler

| Yem maddesi                       | Üretici sayısı | %      |
|-----------------------------------|----------------|--------|
| Saman                             | 269            | 63,44  |
| Mısır silajı + saman              | 136            | 32,08  |
| Mısır silajı                      | 17             | 4,01   |
| Mısır silajı+ saman+ nohut gevesi | 2              | 0,47   |
| Toplam                            | 424            | 100,00 |

Hayvanlarınızı beslemek için bulunması ve yetiştirilmesi kolay ürünler nelerdir şeklinde soru sorulduğunda yani yörede hayvanları beslemek için kullanılan ve bulunması kolay ürünlere bakıldığında, en çok kullanılan yemin %62,74 ile saman olduğu; bunu %32,55 ile mısır silajı + samanın takip ettiği görülmüştür (Tablo 5).

**Tablo 5.** Hayvanları beslemek için bulunması ve yetiştirilmesi kolay ürünler

| Yem maddesi                       | Üretici sayısı | %      |
|-----------------------------------|----------------|--------|
| Saman                             | 266            | 62,74  |
| Mısır silajı + saman              | 138            | 32,55  |
| Mısır silajı                      | 18             | 4,25   |
| Mısır silajı+ saman+ nohut gevesi | 2              | 0,47   |
| Toplam                            | 424            | 100,00 |

Arazi yapınıza göre hangi ürünü yetiştiriyorsunuz sorusuna, %63,92'si saman, %31,60'ı mısır silajı + saman, %4,01'i mısır silajı, çok az bir kısmı da (%0,47) mısır silajı + saman + nohut gevesi demiştir (Tablo 6).

**Tablo 6.** Arazi yapınıza göre hangi ürünü yetiştiriyorsunuz sorusuna verilen cevap

| Yem maddesi                       | Üretici sayısı | %      |
|-----------------------------------|----------------|--------|
| Saman                             | 271            | 63,92  |
| Mısır silajı + saman              | 134            | 31,60  |
| Mısır silajı                      | 17             | 4,01   |
| Mısır silajı+ saman+ nohut gevesi | 2              | 0,47   |
| Toplam                            | 424            | 100,00 |

Sonuç olarak, bölgede büyükbaş hayvancılık yapanların sayısının fazla olduğu, çiftçilerin büyük bir kısmının bitkisel üretimle uğraştığı, bölgede nohut geveninin az yetiştirildiği, bu nedenle nohut geveni hakkında çiftçinin bilgisinin az olduğu, çiftçilerin süt + besi üretimi yaptıkları, çiftçinin yem konusunda kaliteye önem verdiği, arazi yapısına göre en fazla samanının yetiştirildiği, samanın hayvan beslemede en çok kullanılan bir yem olduğu görülmüştür.

#### 4. KAYNAKLAR

1. Akan H, Bakır Sade Y (2015). Kahta (Adıyaman) merkezi ve Narince köyünün etnobotanik açıdan araştırılması. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4(2):219-248.
2. Davis PH (1970). Flora of Turkey and Egeon islands. Vol. 3, Edinburg Univ press.
- Karakurt E (2004). Ankara Kıraç koşullarında nohut geveni (astragalus cicer L.) hat ve çeşitlerinde ot verimi ile bazı tarımsal özellikler. Tarla Bitkileri Merkez Araş.Enst.Derg.,10(1-2):75-82.
3. Lardner H, Pearce L, Damiran D (2019). Evaluation of cicer milkvetch and alfalfa cultivars for nutritive value, anti-quality factors and animal preference. Sustainable Agriculture Research, 8(1): 1-10.
4. Majak W, Hall McCaughey WP (1995). Pasture management strategies for reducing the risk of bloat in cattle. J. Anim. Sci.,73(5):1493-1498
5. Tarım ve Orman Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı (2019). Adıyaman Tarımsal Yatırım Rehberi. [https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il\\_yatirim\\_rehberleri/adiyaman.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/adiyaman.pdf)
6. Teleuta A, Titei V (2014). Biological peculiarities and forage value of the species of the genus astragalus l. in the Republic of Moldova. Scientific Papers. Series A. Agronomy, LVII: 344-348.
7. TÜİK (2020). Adıyaman. <https://www.ika.org.tr/assets/upload/dosyalar/adiyaman.pdf>
8. Ünal S, Fırıncıoğlu HK (2002). Kıraç şartlarda yetiştirilen nohut geveni populasyonunda bazı fenolojik ve morfolojik özelliklerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 11(1-2): 49-55.
9. Uzatıcı A (2019). Farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen nohut geveni (astragalus cicer l.) otunun besleme değerinin saptanması. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6 (4): 745-752.
10. Yamane T (2010). Temel Örneklem Yöntemleri. Literatür Yayıncılık. İstanbul.

## SİĞİR ETİ ÜRETİMİ VE TİCARETİ BEEF MEAT PRODUCTION AND TRADE

**Selçuk Seçkin TUNCER**

Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Orcid: 0000-0001-8252-8009

### ÖZET

İnsanların sağlıklı ve dengeli beslenmesinde hayvansal kaynaklı gıda tüketimi oldukça önemlidir. En önemli hayvansal gıda kaynaklarından olan kırmızı et üretiminde sığırların önemli bir payı vardır. Bu çalışmada Dünya ve Türkiye sığır eti üretimi ve dış ticareti araştırılarak mevcut durumun ortaya konulması amaçlanmıştır. Tarımsal üretimden sağlanan toplam gelirden hayvansal üretimin payı gelişmişlik ölçüsünü belirlemede önemli bir parametre olarak kabul edilir. Bu pay 2018 yılı itibariyle Avrupa Birliği ülkelerinde %45,67 olarak hesaplanırken az gelişmiş ülkelerde %21,05 olarak saptanmıştır. 2019 yılı itibariyle Amerika kıtası dünya sığır eti üretiminin neredeyse yarıya yakını (%48,4) üretirken sığır eti üretiminde en önemli ülkeler sırasıyla; ABD (12 348 749 ton), Brezilya (10 200 000 ton) ve Çin (5 931 375 ton) olarak saptanmıştır. Türkiye ise 1 075 479 ton olan sığır eti üretimiyle dünyanın en büyük 12. sığır eti üreticisi ülkesi konumundadır. Dünya sığır eti ithalat ve ihracatında Avrupa Birliği ülkeleri dünyanın az gelişmiş ülkeleriyle kıyaslandığında gerek miktar gerekse de ekonomik değer olarak büyük farklar göstermektedir. Nitekim Avrupa Birliği ülkeleri dünya sığır eti ithalatının %53,8'ini, ihracatının %60,42'sini gerçekleştirmektedir. Çin (%13,21), Hollanda (%12,50), İtalya (%10,78), Kuzey Kore (%7,67) ve Almanya (%6,38) dünyanın en büyük sığır eti ithalatçısı ülkeleridir. Dünya sığır eti ihracatındaki oransal payı itibariyle ise sırasıyla; Polonya (%10,85), Hollanda (%8,07), Fransa (%7,93), Almanya (%7,38) ve Avustralya (%7,17) önde gelen ülkeler konumundadır. Türkiye, kırmızı et tüketiminde düşük tüketim grubu ülkeler grubunda yer almaktadır. Nitekim 2019 yılı itibariyle yıllık olarak Türkiye'de kişi başına yaklaşık olarak 13 kg'ı sığır eti olmak üzere toplam 18,5 kg kırmızı et tüketilmekte iken, yüksek tüketim grubundaki ABD'de kişi başına yaklaşık olarak 37,5 kg'ı sığır eti olmak üzere toplamda yaklaşık 76 kg kırmızı et tüketilmektedir. Türkiye'nin kişi başına düşen kırmızı et üretim, tüketim ve ihracatının gelişmiş ülkeler düzeyine çıkabilmesi için hayvancılığın teşvik edilmesi ve daha yüksek üretimin yapılması sağlanmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Dünya, Türkiye, Sığır Eti, Üretim, Ticaret

### ABSTRACT

Food consumption of animal origin is very important in a healthy and balanced diet of people. Cattle have an important share in the production of red meat, which is one of the most important animal food sources. This study the world and Turkey's beef production and foreign trade has aimed to find out the current situation. The share of animal production in the total income obtained from agricultural production is considered to be an important parameter in determining the development measure. While this share was calculated as 45,67% in European Union countries as of 2018, it was determined as 21,05% in underdeveloped countries. As of 2019, while the American continent produced almost half of the world's beef production (48,4 %), the most important countries in beef production are; It has been the USA (12 348 749 tons), Brazil (10 200 000 tons) and China (5 931 375 tons). Turkey is 1 075 479 tons in world beef production is the largest beef producing country in the 12th position. When compared to the underdeveloped countries of the world, the European Union countries show great differences in terms of both quantity and economic value in the world beef import and export. As a matter of fact, European Union countries realize 53,8% of world beef import and 60,42% of exports. China (13,21%), Netherlands (12,50%), Italy (10,78%), North Korea (7,67%) and Germany (6,38%) are the world's largest beef importer countries. In terms of its proportional share in the world beef export; Poland (10,85%), Netherlands (8,07%), France (7,93%), Germany (7,38%) and Australia (7,17%) are the



leading countries. Turkey is in the group of countries in terms of low consumption of red meat consumption group. While a total of 18,5 kg of red meat is consumed per person, of which approximately 13 kg beef, in Turkey, in the USA, which is in the high consumption group, a total of 76 kg of red meat, of which about 37,5 kg beef is consumed per person. In order to get to the level of developed countries for Turkey's per capita red meat production, consumption and foreign trade, it is necessary to increase promotion of animal husbandry and to ensure higher production.

**Keywords:** World, Turkey, Beef, Production, Trade

## 1. GİRİŞ

Hayvansal kaynaklı proteinler içerdikleri esansiyel aminoasitlerin insan tüketimi için yeterli ve dengeli olması nedeniyle hazım ve bünyede kullanım bakımından bitkisel proteinlerden daha üstün bir biyolojik değere sahiptir (Özder ve ark., 2011). Bu nedenle insanların sağlıklı ve dengeli beslenmesinde hayvansal kaynaklı gıda tüketimi önemlidir. Et en önemli hayvansal gıda kaynaklarından biri olarak bilinmektedir (Köseman ve Şeker, 2015). Geviş getirenlerin (ruminantlar) dünya kırmızı et üretiminde önemli bir payı vardır. Ruminantlar denildiğinde ilk akla gelen tür sığırdır. Çünkü sığırlar, dünya ruminant toplam et üretiminin oldukça önemli bir kısmını (%81) karşılarken dünya toplam et üretiminin de yaklaşık %20,5'ini sağlamaktadır (FAO, 2021). Bu nedenle kırmızı et üretim değeri söz konusu olduğunda sığır yetiştiriciliğinin payı ve önemi yüksektir.

Et, insan besin piramidinde yağ, protein (özellikle esansiyel amino asitler) gibi gerekli besinleri ve mineraller ve vitaminler gibi çeşitli mikro besinleri sağlayan temel öğelerden biridir (Wyness, 2016, Mazinani and Rude, 2020). Nüfus artışının yanı sıra bilinçli tüketici oranındaki yükselmeler, hayvansal ürünleri tüketmeye yönelik artan ilginin en önemli nedenlerindedir. Gelişmekte olan ülkelerdeki bilinç düzeyi artan tüketiciler yemek yeme, sağlık ve zindelik arasındaki ilişkinin farkına vardıklarından dolayı, sağlıklı teşvik edici özelliklere sahip kaliteli yiyecekler talep etmektedir (De Smet and Vossen, 2016, Mazinani and Rude, 2020). Ayrıca hayvansal kaynaklı protein tüketimi ülkelerin gelişmişlik düzeyinin de bir göstergesi olarak kabul edilir. Nitekim 2013 yılı verilerine göre önemli bir hayvansal protein kaynağı olan sığır eti tüketimi dünya ortalaması yıllık olarak kişi başına 9,32 kg olarak bildirilirken Avrupa Birliği ülkelerinde bu oran 14,88 kg ve az gelişmiş ülkelerde 4,67 kg olarak bildirilmiştir (FAO, 2021). İnsanların günlük ihtiyacı olan protein miktarının (75-80 g) yaklaşık %42'sinin (30-35 g) hayvansal gıdalardan alınması gerektiği ifade edilmektedir (Cankurt ve ark., 2010; Tapkı ve ark., 2018).

Bu konunun araştırılmasının amacı, insan beslenmesi için gerekli olan ve ülkelerin gelişmişlik düzeyinin göstergelerinden biri olan hayvansal kaynaklı protein ihtiyacını karşılamada etkin bir rol oynayan sığır etinin Türkiye ve Dünya genelindeki üretim ve dış ticaret ilişkilerinin araştırılmasıdır.

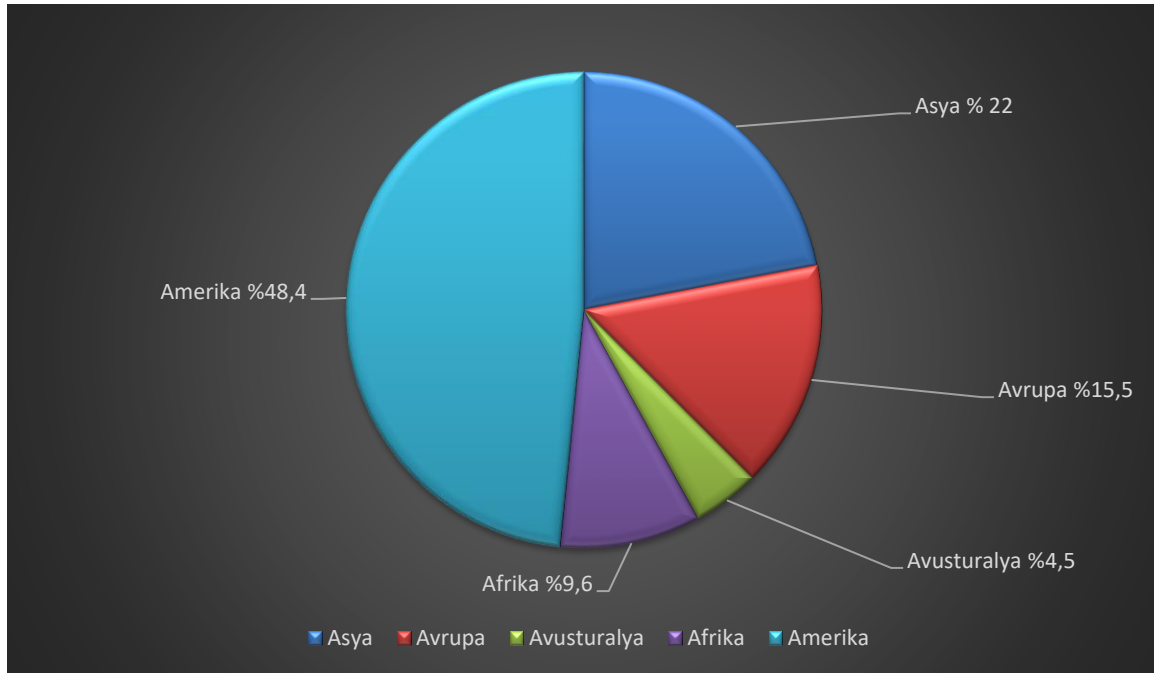
## 2. DÜNYA TARIMSAL ÜRETİM DEĞERİ ve HAYVANSAL ÜRETİMİN PAYI

Tablo 1'de Dünya tarımsal üretiminin ülkelerin gelişmişlik düzeyi, kıta ve ülkesel bazda ekonomik değerleri ve bunda hayvansal üretimin payı verilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi Avrupa Birliği'ni oluşturan 28 ülkenin tarımsal üretiminin ekonomik değeri (398 546 milyon \$) ve bunda hayvansal üretim değerinin oranı (%45,67) az gelişmiş ülkelerin tarımsal üretim değerinden (155 365 milyon \$) ve bu toplamda hayvansal üretimin oranından (%21,05) belirgin bir şekilde yüksektir. Toplam tarımsal üretim değerleri bakımından kıta olarak Asya (1 970 288 milyon \$), Amerika (720 988 milyon \$) ve Avrupa (539 033 milyon \$) kıtası; ülke olarak Çin (883 482 milyon \$), Hindistan (418 541 milyon \$) ve ABD (341 538 milyon \$) ilk sıralarda yer almaktadır. Bununla birlikte tarımsal üretimde hayvansal ürün değerlerinin oranlarına baktığımızda Almanya (%61,69), Rusya (%50,22) ve ABD (%45,37) önemli ülkeler olarak gözlenmektedir. Türkiye'de ise bu oran %36,39 ile dünya ortalamasından yüksek tespit edilmiştir.

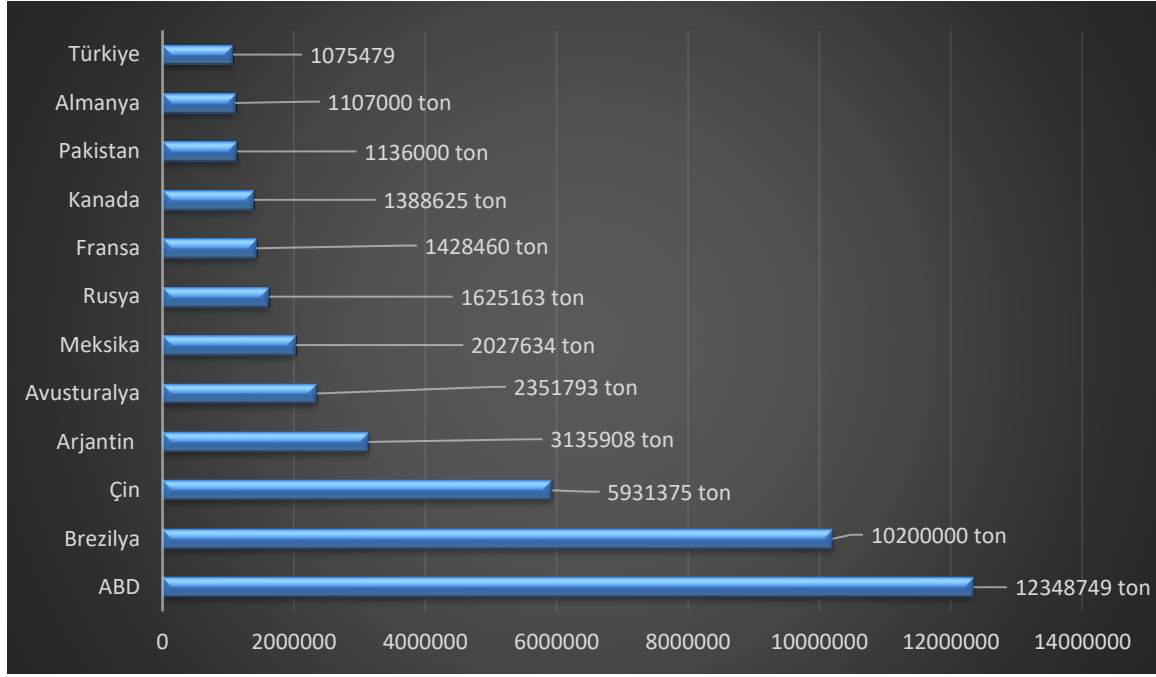
**Tablo 1.** 2018 Yılı Dünya tarımsal üretim değeri ve hayvansal üretimin payı (FAO, 2021)

|                            | Toplam Tarımsal Üretim<br>(milyon \$) | Hayvansal Üretim<br>(milyon \$) | Hayvansal Üretim (%) |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| <b>Avrupa Birliği</b>      | 398 546                               | 182 023                         | 45.67                |
| <b>Az Gelişmiş Ülkeler</b> | 155 365                               | 32 701                          | 21.05                |
| Afrika                     | 264 720                               | 68 153                          | 25.75                |
| Asya                       | 1 970 288                             | 550 621                         | 27.95                |
| Avrupa                     | 539 033                               | 244 384                         | 45.34                |
| Amerika                    | 720 988                               | 312 451                         | 43.34                |
| Avusturalya                | 55 203                                | 29 401                          | 53.26                |
| <b>World</b>               | <b>3 550 232</b>                      | <b>1 205 010</b>                | <b>33.94</b>         |
| Brezilya                   | 142 681                               | 56 017                          | 39.26                |
| ABD                        | 341 538                               | 154 946                         | 45.37                |
| Çin                        | 883 482                               | 202 379                         | 22.91                |
| Hindistan                  | 418 541                               | 116 841                         | 27.92                |
| Rusya                      | 76 242                                | 38 290                          | 50.22                |
| Fransa                     | 74 010                                | 26 845                          | 36.27                |
| Almanya                    | 48 593                                | 29 977                          | 61.69                |
| Türkiye                    | 54 094                                | 19 864                          | 36.39                |

### 3. DÜNYA SIĞIR ETİ ÜRETİMİ



**Şekil 1.** 2019 yılı siğir eti üretiminin kıtalara oransal dağılımı (FAO, 2021).



Şekil 2. 2019 yılı sığır eti üretiminde önemli ülkeler (FAO, 2021).

Şekil 1’de görüldüğü gibi 2019 yılı itibarıyla Amerika kıtası dünya sığır eti üretiminin neredeyse yarıya yakınına üretirken Asya ve Avrupa kıtaları da diğer önemli üretim potansiyeline sahip anakaraları oluşturmaktadır. Nitekim Şekil 2’de görüldüğü gibi sığır eti üretiminde en önemli ülkeler sırasıyla; ABD (12 348 749 ton) ve Brezilya (10 200 000 ton) olarak gözlenirken Asya kıtasından Çin (5 931 375 ton) önemli bir üretici olarak 3. sırada yer almaktadır. Türkiye ise 1 075 479 ton olan sığır eti üretimiyile dünyanın en büyük 12. sığır eti üreticisi ülkesi konumundadır.

#### 4. DÜNYA SIĞIR ETİ DIŞ TİCARETİ ve TÜRKİYE’NİN DURUMU

Tablo 2. 2019 Yılı Dünya sığır eti dış ticareti ve Türkiye’nin durumu (FAO, 2021)

|                            | İthalat          |       |                  |       | İhracat          |       |                  |       |
|----------------------------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
|                            | ton              | %     | 1000\$           | %     | ton              | %     | 1000\$           | %     |
| <b>Avrupa Birliği</b>      | 1 062 094        | 53.8  | 4 451 865        | 52.75 | 1 210 912        | 60.42 | 4 917 453        | 57.76 |
| <b>Az Gelişmiş Ülkeler</b> | 12 003           | 0.61  | 35 759           | 0.42  | 9 311            | 0.46  | 35 779           | 0.42  |
| Polonya                    | 9 219            | 0.47  | 27 496           | 0.33  | 217 410          | 10.85 | 787 671          | 9.25  |
| Hollanda                   | 247 038          | 12.50 | 831 324          | 9.85  | 161 678          | 8.07  | 772 432          | 9.07  |
| Fransa                     | 77 139           | 3.90  | 402 821          | 4.77  | 158 919          | 7.93  | 746 257          | 8.77  |
| Almanya                    | 125 947          | 6.38  | 533 622          | 6.32  | 147 953          | 7.38  | 561 192          | 6.59  |
| Avusturalya                | 259              | 0.01  | 501              | 0.01  | 143 665          | 7.17  | 502 616          | 5.90  |
| Çin                        | 260 940          | 13.21 | 749 329          | 8.88  | 11               | -     | 99               | -     |
| İtalya                     | 212 974          | 10.78 | 1 016 792        | 12.05 | 48 776           | 2.43  | 154 412          | 1.81  |
| Kuzey Kore                 | 151 450          | 7.67  | 938 123          | 11.12 | 14               | -     | 161              | -     |
| Türkiye                    | 906              | 0.05  | 3 945            | 0.05  | 117              | 0.01  | 906              | 0.01  |
| <b>DÜNYA</b>               | <b>1 975 851</b> |       | <b>8 439 884</b> |       | <b>2 004 254</b> |       | <b>8 513 225</b> |       |

Tablo 2’de verildiği gibi 2019 yılı dünya sığır eti ithalat ve ihracatında Avrupa Birliği ülkeleri dünyanın az gelişmiş ülkeleriyle kıyaslandığında gerek miktar gerekse de ekonomik değer olarak kıyaslanamayacak ölçüde farklılık göstermektedir. Nitekim Avrupa Birliği ülkeleri dünya sığır eti ithalatının %53,8’ini, ihracatınınsa %60,42’sini gerçekleştirerek bu alanda dünya dış ticaretinin

yarısından fazlasını gerçekleştirmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinin sığır eti ihracat miktarı ve ekonomik değeri ithalatlarına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çin, Hollanda, İtalya, Kuzey Kore ve Almanya dünyanın en büyük sığır eti ithalatçısı ülkeleri olarak ilk sıralarda yer almaktadır. Tabloda İtalya ve Kuzey Kore'nin sığır eti ithalat miktarına nazaran ekonomik maliyetinin oransal olarak daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Oransal payı itibariyle; Polonya, Hollanda, Fransa, Almanya ve Avustralya ise sırasıyla dünyanın en büyük sığır eti ihracatçısı ve gelir sağlayan ülkeleri konumundadır.

## 5. TÜRKİYE'DE SIĞIR ETİ ÜRETİM ve DIŞ TİCARETİ

İnsanların sağlıklı ve dengeli beslenmesinde önemli olan kırmızı et tüketiminde Türkiye gelişmiş ülkelerin oldukça gerisinde kalmaktadır. Türkiye, kırmızı et tüketiminde düşük tüketim gurubundaki ülkelerle aynı seviyede bulunmaktadır (Niyaz, 2018). Nitekim 2019 yılı itibariyle yıllık olarak Türkiye'de kişi başına 13 kg'ı sığır eti olmak üzere toplam 18,5 kg kırmızı et tüketilmekte iken kırmızı et tüketimi açısından yüksek tüketim gurubundaki ABD'de kişi başına yaklaşık olarak 37,5 kg'ı sığır eti olmak üzere toplamda yaklaşık 76 kg kırmızı et tüketilmektedir (FAO, 2021).

**Tablo 3.** Türkiye'nin sığır eti üretim ve dış ticareti (FAO, 2021)

| Yıllar | Üretim<br>(ton) | İthalat |         | İhracat |        | Fark     |          |
|--------|-----------------|---------|---------|---------|--------|----------|----------|
|        |                 | ton     | 1000\$  | ton     | 1000\$ | ton      | 1000\$   |
| 2008   | 370 619         | -       | -       | 254     | 3 014  | 254      | 3 014    |
| 2009   | 325 286         | -       | -       | 21      | 689    | 21       | 689      |
| 2010   | 618 584         | 50 658  | 321 314 | 21      | 745    | -50 637  | -320 569 |
| 2011   | 644 906         | 110 204 | 702 347 | 7       | 666    | -110 197 | -701 681 |
| 2012   | 799 344         | 25 436  | 161 342 | 14      | 903    | -25 422  | -160 439 |
| 2013   | 869 292         | 6 141   | 38 951  | 2       | 666    | -6 139   | -38 285  |
| 2014   | 881 999         | 120     | 4 059   | 7       | 429    | - 113    | -3 630   |
| 2015   | 1 014 926       | 11 206  | 111 469 | 7       | 452    | -11 199  | -111 017 |
| 2016   | 1 059 195       | 21      | 36 281  | 27      | 722    | 6        | -35 559  |
| 2017   | 987 482         | 18 539  | 119 746 | 35      | 463    | -18 504  | -119 283 |
| 2018   | 1 003 859       | 43 556  | 353 625 | 52      | 1 230  | -43 504  | -352 395 |
| 2019   | 1 075 479       | 906     | 41 945  | 117     | 17 520 | 789      | -24 425  |

Tablo 3'de görüldüğü gibi Türkiye 2008 ve 2009 yıllarında sığır eti ithalatı yapmaz iken özellikle 2008 yılında 254 ton sığır etiyle en yüksek ihracat seviyesine ulaşmıştır. 2010 yılından itibaren Türkiye sığır eti dış ticaret dengesinde sığır eti ithalatına ilişkin gümrük vergilerindeki önemli indirimlerden dolayı ithalat lehine bir tablo oluşmuştur (Niyaz, 2018). Tabloya göre 2011 yılı sığır eti üretiminde hafif bir artış gözlenmesine rağmen, ithalat lehine en büyük farkın (110 197 ton ve 701 681 000\$) kaydedildiği yıl olmuştur. 2012 yılında düşmeye başlayan sığır eti ithalatı 2015, 2017 ve 2018 yıllarında artışlar gösterirken, 2019 yılında önemli oranda düşmüştür. Türkiye sığır eti üretimi kendi ihtiyacını ancak karşılayabilecek düzeyde olduğu için ihracat miktarı yıllar itibariyle düşük seviyelerde kalmıştır. Bununla birlikte 2019 yılı itibariyle Türkiye sığır eti üretimi 1 075 479 ton olarak en yüksek seviyesine ulaşırken, 2014 yılı hariç tutarsak, 2009 yılından sonra sığır eti dış ticaretinde en düşük ödemenin yapıldığı yıl olarak saptanmıştır.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hayvansal üretimin gelişmesi; ülke nüfusunun sağlıklı ve dengeli beslenmesi için ucuz ve erişilebilir gıda temininde, kırsal alanda ve üretim ile ilişkili sanayi dallarında istihdamın artırılmasında, önemli bir ihracat kaynağı olması nedeniyle de ulusal ekonomiye katkı sunmada önemli kazanımlar sağlayacaktır. Birim başına et veriminin elde edilmesinde en önemli türlerden biri olması nedeniyle sığır yetiştiriciliği hayvansal üretimin artırılmasında öncelikli hayvancılık faaliyet alanlarındanır. Sığır yetiştiriciliğinin geliştirilebilmesi için;

- Sığır eti ithalatına ilişkin gümrük vergilerinin artırılması
- Et ithali değil ihracı yapacak kapasiteye ulaşacak yapısal önlemlerin alınması
- Yetiştiricinin girdi maliyetinin belirli oranda karşılanması
- Ürün bazlı teşviklerin artırılması
- Kooperatifleşme yoluyla girdi maliyetlerinin düşürülmesi ve üreticinin ürünlerinin fiyatlarında söz hakkının sağlanması yararlı olabilecektir.

## KAYNAKLAR

1. Cankurt, M., Miran, B., Şahin, A. (2010), "Sığır Eti Tercihlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma: İzmir İli Örneği", Hayvansal Üretim Dergisi, 51(2), 16- 22.
2. De Smet, S., Vossen, E. (2016), "Meat: The balance between nutrition and health. A review", Meat Science, 120: 145-156.
3. FAO, (2021), Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/CL> (Erişim tarihi: 01.03.2021).
4. Köseman, A., Şeker, İ. (2015), "Türkiye’de Sığır, Koyun ve Keçi Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu", Van Veterinary Journal, 26 (2): 111-117.
5. Mazinani, M., Rude, B. (2020), "Population, World Production and Quality of Sheep and Goat Products", American Journal of Animal and Veterinary Sciences, 15 (4): 291.299.
6. Niyaz, Ö.C. (2018), "Türkiye’de Sığır Eti Üretimi ve Dış Ticaretinde Son 25 Yıllık Tarımsal Politikaların ve Uygulamaların Değerlendirilmesi", KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21 (Özel Sayı): 237-244.
7. Özder, M. Gaytancıoğlu, O. Yılmaz, İ. (2011), "Et ve süt üretimini etkileyen faktörler" Süt ve Kırmızı Et Üretimi Kendine Yeterlilik Paneli, 02 Mart 2011, Tekirdağ.
8. Tapkı, N., Kaya, A., Tapkı, İ., Dağıstan, E., Çimrin, T., Selvi, M.H. (2018), "Türkiye’de büyükbaş hayvancılığın durumu ve yıllara göre değişimi", Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 23(2): 324-339.
9. Wyness, L. (2016), "The role of red meat in the diet: nutrition and health benefits", Proceedings of the Nutrition Society, 75(3): 227-232.

## PHENOLIC AND FLAVONOID CONTENT OF PROPOLIS

### PROPOLİSİN FENOLİK VE FLAVONOİD İÇERİĞİ

**Noor AKHRAS**

Yüksek Lisans Öğrencisi, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı, ORCID NO: 0000-0002-0102-7956

**Sultan CAN**

Araştırma Görevlisi, Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,

ORCID NO: 0000-0003-1142-6827

**Abuzer ÇELEKLİ**

Profesör Doktor, Gaziantep Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,

ORCID NO: 0000-0002-2448-4957

(Sorumlu Yazar)

**Hüseyin BOZKURT**

Profesör Doktor, Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,

ORCID NO: 0000-0003-4676-6354

#### ABSTRACT

Propolis is a natural resinous substance, collected by honeybees from buds and exudates of plants, mixed with pollen and enzymes secreted by bees. It is considered to be used in the construction of the hive and as a protective barrier against enemies of the bees. More than 300 compounds such as polyphenols, steroids, terpenoids, amino acids and sugars have been discovered in raw propolis. Abundance of these compounds is affected by geographical and botanical factors, in addition to the collection season. Their existence in propolis defines the quality of the propolis as well as its pharmacological property and possible application areas. It is well known that propolis has antioxidant, antiviral, antibacterial and antifungal properties as well as other health promoting bioactivities such as hepatoprotective, anti-inflammatory and antiulcer. Chemical composition is a determining factor of bioactive properties of propolis. Phenolic and flavonoid compounds are the fundamental components of propolis which are responsible for the bioactive properties. Their concentration and structure vary depending on factors including the geographical location, the season of production, the sources of flora and bee species. Propolis is a promising natural product due to its valuable chemical composition and broad range of bioactivities.

**Keywords:** Propolis, bioactive, phenolic, flavonoid

#### ÖZET

Propolis, bal arıları tarafından bitkilerin tomurcuk ve eksüdalarından toplanan, arıların salgıladığı enzimlerle ve polenle karıştırılarak elde edilen doğal reçineli bir maddedir. Propolisin kovanın yapımında ve arıların düşmanlarına karşı koruyucu bir bariyer olarak kullanıldığı düşünülmektedir. Ham propoliste polifenoller, steroidler, terpenoidler, amino asitler ve şekerler gibi 300'den fazla bileşik keşfedilmiştir. Bu bileşiklerin miktarı, toplanma mevsimine ek olarak coğrafi ve botanik faktörlerden etkilenir. Bu bileşiklerin propolisteki varlığı, propolisin kalitesini, farmakolojik özelliğini ve olası uygulama alanlarını belirler. Propolisin antioksidan, antiviral, antibakteriyel ve antifungal özelliklerinin yanı sıra karaciğer koruyucu, antiinflamatuvar ve antiülser gibi sağlığı geliştiren diğer biyoaktivitelere de sahip olduğu iyi bilinmektedir. Kimyasal bileşim, propolisin biyoaktif özellikleri ile ilgili belirleyici bir faktördür. Fenolik ve flavonoid bileşikler, propolisin biyoaktif özelliklerinden sorumlu olan temel bileşenleridir. Bu bileşenlerin konsantrasyon ve yapıları, coğrafi konum, üretim mevsimi, flora

kaynakları ve arı türleri gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Propolis, değerli kimyasal bileşimi ve geniş biyoaktivite yelpazesi nedeniyle ümit verici doğal bir üründür.

**Anahtar kelimeler:** Propolis, biyoaktif, fenolik, flavonoid

## INTRODUCTION

Propolis, also named as bee glue is a natural complex matrix which is produced by honeybees from substances collected from tree buds, resins, saps, lattices, mucilages and other plant sources (Zabaiou et al., 2017; de la Cruz-Cervantes et al., 2018). The picked materials are blended with the saliva enzymes of the bees, digested partially and added to beeswax to obtain the final form of the raw propolis. Raw propolis is hard and wax-like at low temperatures, but soft and adhesive at moderate temperatures (therefore named as bee glue). Propolis has a specific aromatic odor; its colour changes from dark brown to red, green to yellow dependent on its source and age (de Groot, 2013).

The word “propolis” is derived from the Greek words pro means at the entrance to, in front of and polis means community or city and meaning that a substance that is for defense of the city. Propolis is used as a cement by bees to construct and adapt their hives. It is applied as a thin layer on the interior walls of the hives and other holes in their nests. It is utilized to fill and close the cracks and cavities, to fix combs, to strengthen the weak parts of comb, for thermal insulation, to protect from invaders and enemies by narrowing the spaces on their hives, embalming the carcasses of invaders that are killed by the bees to prevent decomposition (de Groot, 2013; Zabaiou et al., 2017).

The chemical composition of propolis is associated with the balsams and resins of plant sources. In general, chemical composition of propolis is as follows: 50% vegetable balsam and resins, 35% beeswax, 5% pollen, 5% to 10% essential oils and some other components like organic compounds (de Groot, 2013; Przybyłek and Karpiński, 2019). Propolis is well known for its diverse and beneficial biological effects such as antiviral, antifungal, antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory, antiulcer, antidiabetic, hepatoprotective and anti-neurodegenerative. It is also known to stimulate wound healing, reduce tumefaction and suppresses pain (Graikou et al., 2016; Zabaiou et al., 2017; Pobiega et al., 2019; Bayram, 2020). Chemical composition is a determining factor of bioactive properties of propolis. In this study phenolic and flavonoid content of propolis which are the main groups responsible for bioactivities are reviewed.

## CHEMICAL COMPOSITION

Sources of compounds determined in propolis come from three sources: exudates of plants gathered by bees, compounds of bee metabolism (containing beeswax), and substances which are added during propolis elaboration. The chemical composition of propolis varies highly, primarily because of the diversity of plant species around the hives, from which bees gather the exudates. Therefore, geographic location is a prominent determinant of the composition and activity of propolis (de Groot, 2013; de la Cruz-Cervantes et al., 2018; Bayram, 2020).

In addition, composition of propolis can change depending on the season, altitude, illumination, race of bees, harvest method of the propolis and availability of food and activities made during propolis elaboration (de Groot, 2013; Zabaiou et al., 2017).

It is reported that propolis samples collected from different parts of the world are composed of more than 300 different chemical compounds (Zabaiou et al., 2017). Chemical composition of propolis are defined with the development of separation and purification techniques like thin layer chromatography, high performance liquid chromatography (HPLC), gas chromatography, as well as identification techniques, such as nuclear magnetic resonance (NMR), mass spectroscopy (MS), gas chromatography and mass spectroscopy (GC-MS) (Huang et al., 2014). Most propolis samples have considerable similarities in their whole chemical composition. In general, crude propolis is comprised of 50% vegetable balsam and resin (bioactive compounds are contained), 35% waxes (mainly beeswax), 5-10%

aromatic oils, 5% pollen, and minor other organic substances. Some essential elements such as sodium, calcium, magnesium, potassium, sodium, copper, iron, manganese, nickel, and zinc as well as vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C and E have also been found in propolis (de Groot, 2013; Alvarenga et al., 2021).

The compounds determined in propolis may come from beeswax (glycerol, fatty acids and esters), tree exudate (flavonoids, esters and aromatic acids), from bee metabolism (glyceryl phosphate, amino acids), from mixing of honey (sugars) and consisted of during propolis “manufacture” and while preparing and analyzing of samples (chalcones) (de Groot, 2013). Flavonoids, phenolic acids and their esters, aromatic aldehydes and alcohols, terpenes, fatty acids,  $\beta$ -steroids and stilbens are the primary chemical groups present in propolis (Zabaiou et al., 2017). Their existence in propolis defines the quality of the propolis as well as its pharmacological property and possible application areas (Bayram, 2020).

## EXTRACTION

Raw propolis contains impurities and is not suitable for industrial applications. Impurities have to be removed for food science and technology, pharmaceutical and cosmetic applications. Bioactive compounds of propolis could not be used in raw form of it. Therefore, they should be extracted using solvents and applying special extraction methods (Pobiega et al., 2019). Extraction is the first process applied to be able to utilize and consume the propolis.

The solvent used in the extraction process is the most critical factor in the isolation of certain bioactive components. In addition, factors such as the extraction method (traditional or modern methods), temperature, and time are also important in determining which bioactive components are extracted (Yıldız, 2020). Ethanol is the mostly preferred solvent in propolis extraction. In addition to ethanol, water, methanol, dichloromethane, hexane, ethyl acetate, acetone, olive oil,  $\beta$ -cyclodextrin, dimethylsulfoxide, propylene glycol and chloroform are other preferred solvent components for the extraction of propolis (Sforcin, 2016; Bakkaloğlu and Arıcı, 2019). Since the properties of the solvents are different, propolis extracts are obtained which have different bioactive properties with different solvents (Bakkaloğlu and Arıcı, 2019).

Hot reflux extraction (HRE) and room temperature maceration were widely used for the extraction of raw propolis. Microwave-assisted extraction (MAE), ultrasound assisted extraction (UAE) and super critical carbon dioxide extraction are developed techniques used for extraction of propolis. Higher extraction efficiencies, shorter extraction durations and lower solvent consumptions are important advantages of the advanced methods (Pobiega et al., 2019). Ultrasound-assisted extraction is a promising method since it does not need complicated apparatus and being low cost relatively. Ultrasound is a sound wave having generally 20 kHz to 100 kHz. It passes through a medium by forming compression and expansion. This phenomenon creates cavitation that means production, growth and collapse of bubbles. Collapse of bubbles could develop mechanical, physical and chemical effects which cause the disruption of biological membranes to ease the release of extractable components and provide improved solvent penetration into cellular materials and enhance mass transfer (Dai and Mumper, 2010; Azmir et al., 2013; Joana Gil-Chávez et al., 2013; Kumar et al., 2017). Microwave is an electromagnetic radiation with wavelength of 0.001 m to 1 m which is transmitted as waves. Microwave assisted extraction helps the solvent to make more extensive contact in the sample. The principle of microwave-assisted extraction is based on transfer of the microwaves' energy to the solvents. Substances are heated by two mechanisms: ionic conduction and dipole rotation. This results in disruptions of hydrogen bonds and movement of dissolved ions, causing higher solvent permeation into the matrix, which makes easier the extraction of target component (Joana Gil-Chávez et al., 2013).

## PHENOLIC CONTENT

Phenolic compounds are essential bioactive components of propolis which differ in concentration and structure depending on factors including the geographical location of production, the season of production, the sources of flora used and bee species (Huang et al., 2014; Bayram, 2020).



Propolis is a natural source of phenolic compounds, which are associated with important health benefits. Total phenolic content provides an index of various measurable properties of propolis such as antioxidant and antibacterial activity (Bayram, 2020).

Chemical constituents of phenolic compounds are composed of one or more aromatic rings with hydroxyl groups (Han et al., 2007). Caffeic acid, 2,5-dihydroxybenzoic acid, catechin, epicatechin, chlorogenic acid, ethyl gallate, isorhamnetin, gallic acid, luteolin, kaempferol, myricetin, *p*-coumaric acid, phlorizin, quercetin, protocatechuic acid, resveratrol, rutin, salicylic acid, sinapic acid, trans ferulic acid were determined in propolis in changing concentrations depending on the geographic region (Huang et al., 2014; Bayram, 2020).

Silici (2008) obtained propolis extracts by using 80% ethanol as solvent. Total phenolic content of extracts varied from 87.62 to 127.39 mg gallic acid equivalents per g of propolis (mg GAE/g propolis) depending on botanical origin. Sariyev et al. (2019) made extraction with 70% ethanol to different Azerbaijan propolis samples and gallic acid content was reported between 10-709 µg/g propolis depending on provinces. Can et al. (2015) used 95% ethanol and applied sonication for 3 hours to samples. Total phenolic content of samples collected from 15 different locations in Azerbaijan was found between 10.94-79.23 mg GAE/g raw propolis in this study. Keskin et al. (2020) obtained propolis extracts from different cities of Anatolia by using 70% ethanol. Total phenolic content of samples was determined between 28.48-80.24 mg GAE/ml. Bayram (2020) studied with five propolis samples obtained from Turkey, China, Brazil and Ethiopia. Ultrasound assisted extraction was applied by using 95% ethanol in this study. Total phenolic content of samples changed between 1020.86-1808.65 mg/100 g of propolis extract depending on geographic origin. Total phenolic content of commercial propolis extracts which are produced in Turkey was determined between 0.25-77.68 mg GAE/ml (Keskin and Kolaylı, 2019). About 14 different commercial propolis extracts from 3 different countries were taken and investigated for total phenolic content. Phenolic content values were determined between 2.43-127.32 g GAE/L (Sağdıç et al., 2020). Pobiğga et al. (2019) applied different extraction methods and found total phenolic content between 76.03-105.29 mg caffeic acid equivalent (CAE)/g of propolis extract depending on the method. Phenolic content of samples changes depending on the applied extraction method and used solvent, geographic and botanical origin of the propolis.

## FLAVONOID CONTENT

Flavonoids are the primary components of propolis which are constituting the main pharmacological and bioactive properties. Flavones (luteolin), flavanones (naringenin and pinocembrin), flavonols (quercetin and derivatives), flavanonols (alnustinol and garbanzol), isoflavones (calycosin), flavans, isodihydroflavones (daidzein), isoflavans (vestitol and derivatives), chalcones and neoflavonoids (medicarpin and homopterocarpin) can be found (Huang et al., 2014; Zabaoui et al., 2017).

Sağdıç et al. (2020) studied with 14 different commercial propolis extracts from 3 different countries and determined total flavonoid content between 0.104-40.52 g/L by chromatographic methods. Total flavonoid content of commercial propolis extracts which are produced in Turkey was determined between 0.01-23.33 mg quercetin equivalents per ml (mg QE/ml) by aluminum chloride colorimetric method (Keskin and Kolaylı, 2019). The flavonoid content of ethanolic extracts was determined as 0.15 mg QE/g of propolis for *T. angustula* and 0.14 mg QE/g of propolis for *M. quadrifasciata quadrifasciata* bee species by aluminum chloride colorimetric method (Torres et al., 2018). Nedji and Loucif-Ayad (2014) applied ethanolic extraction to propolis samples obtained from different regions of Algeria and found total flavonoid contents between 58.99-91.44 mg QE/g of extract. Bayram (2020) studied with five propolis samples obtained from 4 different countries. Total flavonoid content of samples varied from 95.97 to 237.201 mg QE/g sample. Yuan et al. (2019) obtained propolis extracts with 3 different methods and determined total flavonoid contents between 20.14 and 198.82 mg rutin equivalents per gram of dried weight sample (mg RE/g DW). Yıldız (2020) obtained propolis extracts by using 4 different solvents and reported total flavonoid content between 0.73-24.72 mg QE/ml. Pobiğga et al. (2019) applied different extraction methods and found total flavonoid content between 11.01-15.71 mg QE/g propolis extract depending on the method. Flavonoid content of samples is affected by the applied

extraction method and used solvent, botanical source, ecological environment where the bee lives and species of the bees (Almuhayawi, 2020).

## CONCLUSION

Propolis is a natural source of an extensive range of valuable chemical components. Chemical composition of propolis is one of the main factors determining its bioactivity. Chemical composition of propolis is quite variable related with plant species that the exudates are collected, bee species, geographic location and season. Existence of chemical groups in propolis defines the quality of the propolis as well as its bioactivity and possible application areas. Phenolic and flavonoid compounds are the fundamental components of propolis which are constituting the main pharmacological and bioactive properties. Phenolic and flavonoid contents of propolis are influenced by applied extraction method and used solvent, geographic and botanical environment and bee species. Propolis is an important natural substance due to its chemical composition and bioactive properties.

## REFERENCES

- Almuhayawi, M. S. (2020). Propolis as a novel antibacterial agent. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(11), 3079.
- Alvarenga, L., Cardozo, L. F., Borges, N. A., Chermut, T. R., Ribeiro, M., Leite Jr, M., & Mafra, D. (2021). To bee or not to bee? The bee extract propolis as a bioactive compound in the burden of lifestyle disease. *Nutrition*, 111094.
- Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., ... & Omar, A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of food engineering*, 117(4), 426-436.
- Bakkaloğlu, Z., & Arıcı, M. (2019). Farklı çözücülerle propolis ekstraksiyonunun toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasite ve antimikrobiyal aktivite üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 17(4), 538-545.
- Bayram, N. E. (2020). A study on free-radical scavenging activity, individual phenolic compounds and element concentration of propolis. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20(2), 145-156.
- Can, Z., Yıldız, O., Şahin, H., Asadov, A., & Kolaylı, S. (2015). Phenolic profile and antioxidant potential of propolis from Azerbaijan. *Mellifera*, 15(1), 16-28.
- Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10), 7313-7352.
- de Groot, A. C. (2013). Propolis: a review of properties, applications, chemical composition, contact allergy, and other adverse effects. *Dermatitis*, 24(6), 263-282.
- de la Cruz-Cervantes, J. A., Benavides-González, F., Sánchez-Martínez, J. G., Vázquez-Sauceda, M. D. L. L., & Ruiz-Urbe, A. J. (2018). Propolis in aquaculture: a review of its potential. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26(3), 337-349.
- Graikou, K., Popova, M., Gortzi, O., Bankova, V., & Chinou, I. (2016). Characterization and biological evaluation of selected Mediterranean propolis samples. Is it a new type?. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 261-267.
- Han, X., Shen, T., & Lou, H. (2007). Dietary polyphenols and their biological significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 8(9), 950-988.
- Huang, S., Zhang, C. P., Wang, K., Li, G. Q., & Hu, F. L. (2014). Recent advances in the chemical composition of propolis. *Molecules*, 19(12), 19610-19632.
- Joana Gil-Chávez, G., Villa, J. A., Fernando Ayala-Zavala, J., Basilio Heredia, J., Sepulveda, D., Yahia, E. M., & González-Aguilar, G. A. (2013). Technologies for extraction and production of bioactive

compounds to be used as nutraceuticals and food ingredients: an overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(1), 5-23.

Keskin, M., Kolaylı, S. (2019). Ticari propolis ekstraktlarının kalite parametreleri açısından karşılaştırılması. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 19(1), 43-49.

Keskin, Ş., Yatanaslan, L., & Karlıdağ, S. (2020). Farklı illerden toplanan propolis örneklerinin kimyasal karakterizasyonu. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20(1), 81-88.

Kumar, K., Yadav, A. N., Kumar, V., Vyas, P., & Dhaliwal, H. S. (2017). Food waste: a potential bioresource for extraction of nutraceuticals and bioactive compounds. *Bioresources and Bioprocessing*, 4(1), 1-14.

Nedji, N., & Loucif-Ayad, W. (2014). Antimicrobial activity of Algerian propolis in foodborne pathogens and its quantitative chemical composition. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(6), 433-437.

Pobiega, K., Kraśniewska, K., Derewiaka, D., & Gniewosz, M. (2019). Comparison of the antimicrobial activity of propolis extracts obtained by means of various extraction methods. *Journal of food science and technology*, 56(12), 5386-5395.

Przybyłek, I., & Karpiński, T. M. (2019). Antibacterial properties of propolis. *Molecules*, 24(11), 2047.

Sağdıç, O., Karasu, S., & Göktaş, H. (2020). Piyasada Satılan Ticari Propolis Örneklerinin Biyoaktif Bileşenlerinin Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), 19-31.

Sariyev, R., Çaycı, M., & Oruç, H. H. (2019) Azerbaycan Propolislerinin Fenolik Madde İçerikleri ve Kalite Açısından Değerlendirilmesi. *Journal of Research in Veterinary Medicine*, 38(2), 44-51.

Sforcin, J. M. (2016). Biological properties and therapeutic applications of propolis. *Phytotherapy research*, 30(6), 894-905.

Silici, S. (2008). Farklı Botanik Orijine Sahip Propolis Örneklerinde Biyolojik Olarak Aktif Bileşiklerin Belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 24(1), 120-128.

Torres, A. R., Sandjo, L. P., Friedemann, M. T., Tomazzoli, M. M., Maraschin, M., Mello, C. F., & Santos, A. R. S. (2018). Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial activity of propolis obtained from *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* and *Tetragonisca angustula* stingless bees. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 51(6).

Yıldız, O. (2020). Tüketilebilir propolis ekstrelerinde kullanılan çözücülerin (menstrualların) değerlendirilmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20(1), 24-37.

Yuan, Y., Zheng, S., Zeng, L., Deng, Z., Zhang, B., & Li, H. (2019). The phenolic compounds, metabolites, and antioxidant activity of propolis extracted by ultrasound-assisted method. *Journal of food science*, 84(12), 3850-3865.

Zabaiou, N., Fouache, A., Trousson, A., Baron, S., Zellagui, A., Lahouel, M., & Lobaccaro, J. M. A. (2017). Biological properties of propolis extracts: Something new from an ancient product. *Chemistry and physics of lipids*, 207, 214-222.

## ÇÖREK OTU KULLANILARAK ELDE EDİLEN FONKSİYONEL GIDALARINSAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF FUNCTIONAL FOODS USING BLACK CUMİN ON  
HEALTH

**Ganime Güliz KÖK**

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,

Gıda Teknolojisi Anabilim Dalı

**Sibel BÖLEK**

Dr. Öğr. Üyesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,

Gıda Teknolojisi Anabilim Dalı

### ÖZET

Çörek otu (*Nigella sativa*) *Ranunculaceae* familyasına ait çiçekli bir bitkidir ve Güney Avrupa, Kuzey Afrika ve Güneybatı Asya'da yetişmektedir. Çörek otu tohumları geleneksel olarak Güneydoğu Asya ve Orta Doğu ülkelerinde astım, bronşit, romatizma ve diğer iltihaplı hastalıkların tedavisinde kullanıldığı gibi terapötik potansiyeli nedeniyle de yaygın olarak kullanılmakta olup, diüretik, antihipertansif, antidiyabetik, antikanser, immün modülatör, antimikrobiyal, antihelmintik, analjezik ve antiinflamatuvar, spazmolitik, bronkodilatör, gastroprotektif, hepatoprotektif etkileri gözlenmektedir. Çörek otu tohumunda önemli bir bileşen olan timokinonin farmakolojik açıdan tohumun en aktif kısmını oluşturmaktadır. İçerisinde önemli yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve uçucu bileşikler olması nedeniyle de dikkat çeken *Nigella sativa* besleyici, tatlandırıcı ve süsleme özelliklerine sahip olduğu için tüm dünyada gıda ve baharat olarak oldukça geniş kullanım alanına sahiptir. Ayrıca çörek otu tohumu bileşenleri kozmetik alanında ve diyet ek ürünleri olarak kullanılabilen fonksiyonel gıdaların hazırlanmasında da kullanılmaktadır. Aromalı ve acımsı siyah tohumlardan oluşan çörek otu meyveleri gıda maddelerine, bitki çaylarına ve bazen kahve karışımlarına eklenmektedir. Ayrıca çörek otu zengin bir yağ, protein ve mineral kaynağı olarak da ön plana çıkmaktadır. Çörek otu uçucu yağlarının sahip olduğu antimikrobiyal etki gıda muhafazasında doğal bir koruyucu olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Çörek otunun kullanılacağı uygulamaların çeşitliliği, bu yağlı tohumlara büyük bir endüstriyel önem vermektedir. Bu çalışmada çörek otunun gıdalarda kullanım olanakları ve bu gıdaların sağlık üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çörek otu, Timokinon, Antidiyabetik, Antioksidan

### ABSTRACT

Black cumin (*Nigella sativa*) is a flowering plant belonging to the *Ranunculaceae* family and is grown in Southern Europe, North Africa and Southwest Asia. Black cumin are traditionally used in Southeast Asia and the Middle East countries for the treatment of asthma, bronchitis, rheumatism and other inflammatory diseases, as well as for their therapeutic potential, as diuretic, antihypertensive, antidiabetic, anticancer, immune modulator, antimicrobial, anthelmintic, analgesic and anti-inflammatory, spasmolytic, bronchodilator, gastroprotective and hepatoprotective effects are observed. Timoquinone, an important component in black cumin, is the most pharmacologically active part of the seed. *Nigella sativa*, which stands out due to its important fatty acids, vitamins, minerals and volatile compounds, has a wide range of uses as food and spice all over the world as it has nutritious, sweetening and decorative properties. Moreover, black cumin seed components are used in the preparation of functional foods that can be used in the field of cosmetics and as dietary supplements. Black cumin fruits, consisting of aromatic and bitter black seeds, are added to foodstuffs, herbal teas and sometimes coffee mixtures. In addition, black seed stands out as a rich source of oil, protein and minerals. Essential

oils of black cumin have a food preservation and protective effect and it can be used instead of preservatives. The antimicrobial effect of black cumin essential oils shows that it can be used as a natural preservative in food preservation. The variety of applications in which black cumin can be put gives great industrial importance to these oil seeds. In this study, it was aimed to investigate the possibilities of using black cumin in foods and the effects of these foods on health.

**Keywords:** Black Cumin, Thymoquinone, Antidiabetic, Antioxidant

## 1. GİRİŞ

Bitkilerin ve bitkisel ekstraktların eski zamanlardan beri tedavi amaçlı ve hastalıklardan korumak için kullanıldığı bilinmektedir. Bununla birlikte bitkiler, bitki ekstraktları ve onlardan elde edilen ürünler; gıda sanayisinden ilaç sanayisine kadar birçok alanda uygulama imkanı bulması, son yıllarda pek çok ülkede tedaviye yardımcı olması amacıyla kullanılması, alternatif tıpta geniş bir kullanım alanı bulması ve yeni ilaçların hammaddeleri olması nedeniyle önem taşımaktadırlar (Khader ve Eckl, 2014). Beslenme alanındaki son gelişmeler, fonksiyonel gıda, nutrasötikler ve ilaçlar için fitokimyasal açıdan zengin kaynaklar olarak fonksiyonel bitkilere ilginin artmasına neden olmuştur (Kiralın vd., 2021).

Tıbbi bitkiler arasında yer alan *Nigella sativa* zengin bir tarihsel ve dini geçmişe sahip mucize bir bitki olarak ortaya çıkmaktadır. *N. sativa* genellikle çörek otu olarak bilinir. *N. sativa*, Güney Avrupa, Kuzey Afrika ve Güneybatı Asya'ya özgüdür ve Orta Doğu Akdeniz bölgesi, Güney Avrupa, Hindistan gibi dünyadaki birçok ülkede yetiştirilmektedir (Khare, 2004).

Çörek otu (*N. sativa*) yaklaşık olarak 20-30 cm yüksekliğe erişebilen, otsu, yaz aylarında (Haziran-Temmuz) mavi, yeşil, renkli çiçekler açan, güzel kokulu bir bitkidir. Yol kenarlarında ve buğday tarlalarında yetişmektedir. *N. Sativa*, Ortadoğu ülkeleri arasında birçok hastalığın tedavisinde kullanıldığı için 'Habbat Al Barakah' ya da 'Kutsanmış Tohum' olarak da bilinir (Shrivastava vd., 2011).

### 1.1 ÇÖREK OTUNUN TEMEL BİLEŞENİ: TİMOKİNON

*N.sativa* tohumundaki antioksidan özellikli esas fenolik bileşen olan Timokinon'un, antiinflamatuvar, antimikrobiyal ve antikanser etkileri gösterilmiştir. Oksidatif strese bağlı doku hasarı gelişmiş olgularda timokinonun oksidatif hasarı onarıcı ve hasar verici etkilere karşı koruyucu etkileri de bilinmektedir (Ali ve Blunden, 20013). Timokinon antikanser özelliği sebebiyle de güncel pek çok araştırmanın ilgi odağıdır. Sitotoksitesi ve genotoksitesi ile ilgili mekanizmalar bu yönüyle ele alınmaktadır. Timokinonun en önemli etkisi sağlıklı hücrelerde sitotoksite göstermezken, tümör hücrelerinde güçlü sitotoksik etkiye yol açmasıdır (Darakhshan vd., 2015). Çörek otu yağı ve timokinon DNA hasarına karşı koruyucu etkiye sahip olup, ortamdaki serbest radikalleri toplar, bu özelliği ile güçlü bir antioksidandır. Çörek otu tohumlarının antioksidan aktivite yönünden incelendiği çalışmalarda, sentetik antioksidanlara göre daha iyi aktivite saptanmıştır (Ali ve Blunden, 2003). Çörek otu bitkisinin tohumları kadar, sürgün ve köklerinin doğal antioksidan olarak etkili oldukları, serbest radikal kaynaklı organoleptik bozulmaya karşı güçlü bir koruma gösterdikleri bildirilmiştir (Bulca, 2014). Timokinonun kanserli hücreye girdikten sonra biyotransformasyon sonucunda reaktif oksijen türlerini ve oksidatif stresi artırdığı, karaciğer hücrelerinde genomik hasara neden olduğunu ileri süren çalışmalar da mevcuttur (Ali ve Blunden, 2003).

### 1.2 ÇÖREK OTUNUN FİTOKİMYASAL PROFİLİ

Farklı kökenlerden *N. sativa* çeşitlerinin besin bileşimindeki çeşitlilik, ekili bölge, saklama koşulu ve olgunluk aşamalarındaki çeşitlilikten kaynaklanmaktadır (Shrivastava vd., 2011). Geniş tıbbi kullanım alanı göz önüne alındığında bitki, kapsamlı fitokimyasal çalışmalara tabi tutulmuş ve çeşitli bileşikler

izole edilmiştir. Tohumlar sarımsı bir uçucu yağ (% 0.5-1.6), ham yağ (% 35.6- 41.6), proteinler (% 22.7), indirgeyici şekerler, müsilaj, alkaloidler, organik asitler, tanenler, reçineler, toksik glukosit, metarbin, glikozidal saponinler, helleborine benzeyen melantin, melantigenin içeriğine sahiptir (Atta, 2003). Tohumların ayrıca lif, mineraller (Fe, Na, Cu, Zn, P ve Ca) ve askorbik asit, tiamin, niasin, piridoksin ve folik asit gibi vitaminler içerdiği bulunmuştur (Atta, 2003). Çörek otu tohumu yağ asitleri (palmitik asit, oleik asit ve linoleik asit), terpenoidler, alifatik alkoller ve doymamış hidroksi ketonlar içerir. Ayrıca, tohum yağından serbest steroller, steril esterler, steril glukozitler ve açillenmiş steril glukositler izole edilmiştir (Mazaheri vd., 2019) Çörek otu tohumlarından yeni bir alkaloid (nigelisin), bir izokinolin alkaloid (nigellimin) ve bir indazol alkaloid (nigellidin) izole edilmiştir. Tohumlar ayrıca lipaz içerir (Bashir vd., 2021). Tohumların aktif bileşenleri arasında carvone, doymamış bir keton, terpen veya d-limonenden oluşan uçucu yağ, aynı zamanda carvene, a-pinene ve p-cymene olarak da adlandırılır. Kristalin aktif madde, nigellone, yağın karbonil fraksiyonunun tek bileşenidir. Uçucu yağın farmakolojik olarak aktif bileşenleri timokinon, ditimokinon, timohidrokinon ve timoldür (Kulyar vd., 2022). Çörek otunda bulunan uçucu yağlar Tablo 1’de verilmiştir.

| Çörek Otu Uçucu Yağları | Konsantrasyon (%) |
|-------------------------|-------------------|
| Timokinon               | 23,25             |
| Dihidrotimokinon        | 3,84              |
| p-Simen                 | 32,02             |
| Karvakrol               | 10,8              |
| ∞-Thujen                | 2,4               |
| Timol                   | 2,32              |
| ∞-Pinen                 | 1,48              |
| β-Pinen                 | 1,72              |
| t-Anethol               | 2,10              |
| Minör Bileşenler        | 23,81             |

Tablo 1 : Çörek otu uçucu yağları (Bulca, 2014)

### 1.3 ÇÖREK OTUNUN MEDİKAL ETKİLERİ

Çörek otu fonksiyonel tıpta birçok hastalık için Asya, Orta Doğu, Afrika ve Avrupa’da yüzyıllardır önemli bir tıbbi bitki olarak kabul edilmekte ve kullanılmaktadır. Bu amaçla yapılan araştırmalar, çoklu antibiyotik direnci gelişmiş bakterilerde çörek otu yağı ve ekstraktlarının antimikrobiyal etki gösterdiğini bu etkinin timohidrokinon ve melanin, timokinon ile oluştuğunu düşündürmektedir (Kamil, 2013). Çörek otu, *Brucella abortus*, *Corynebacterium pseudo*, *tüberkülozis*, *Corynebacterium renale*, *Pasteurella multocida*, *E. coli*, *Trueperella pyogenes*, *Staphlococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes* gibi bakterilerin gelişimini inhibe etmiştir. Çörek otunun kan lipit profiline etkileri ile ilgili araştırmalar, çörek otu tohumu yağlarının serum trigliserit ve LDL kolesterol düzeylerini azalttığını, HDL kolesterol yapımına destek olduğunu bildirmektedir (Namjoo, 2013). Epilepsi vakalarında, antiepileptik ilaç valproat (valproik asit) ile çörek otu yağı klinik olarak karşılaştırılmış, çörek otu yağının epilepsi sürecindeki antikonvülsan etkisinin, valproik asitten daha iyi olduğu bildirilmiştir (İlhan vd., 2005). Kulyar vd. (2020) COVID-19 salgınına karşı bağışıklık sistemini güçlendirmenin önemini savunarak çörek otunun bileşiminde bulunan timokinon, nigellidine ve α-hederin bileşenleri sayesinde bu amaçla kullanılabileceği üzerinde durmuştur. Sahak vd. (2013) on iki Sprague Dawley sıçanını (7-9 haftalık) 20 hafta boyunca günlük 6 µ L / 100 g vücut ağırlığı oranında çörek otu yağı ile beslemiştir. Sonuçta çörek otu yağının sıçanların öğrenme ve hafıza yeteneklerini geliştirebileceği bulgusuna ulaşmıştır

## 1.4 ÇÖREK OTUNUN UÇUCU YAĞ İÇERİĞİ

Bitkisel uçucu yağlar, bitkilerin yaprak, meyve, kabuk veya odunsu olmayan kök kısımlarından elde edilen doğal ürünlerdir. Oda sıcaklığında sıvı halde bulunurlar, kolay kristalleşen, renksiz ya da açık sarı renkli, uçucu olup, kuvvetli kokulara sahiptirler. Güzel kokulu oldukları için “esans” ve “eterik yağ” olarak da adlandırılmışlardır. Bunlar su ile karışmadıkları için yağ olarak tanımlanırlar, normalde sabit yağlardan farklıdır (Sultan vd., 2009). Günümüzde 2600 kadar bitkisel uçucu yağ kaydedilmiş olup bunların çoğu hidrokarbon, alkol, ester, aldehitlerdir. Çok az kısmı ise parafin ve mum karışımlarından oluşmaktadır (Bulca, 2014). Timokinon, dihidrotimokinon, karvakrol, p-simen, alfa ve beta pinen, alfa tujen ve t-anethol gibi uçucu yağları çörek otunu nitelikli bir uçucu yağ kaynağı haline getirmektedir. Bu yağlar gıdalarda oksidasyonun ve peroksillenmenin baskılanması, insan ve hayvan organizmalarında serbest radikal kaynaklı oksidasyon-peroksidasyon reaksiyonlarına bağlı hücre hasarlarının önlenmesi ve onarılması süreçlerine doğrudan katılan önemli antioksidanlardır (Ambati ve Ramadan, 2021). Çörek otu tohumu uçucu yağlarının antimikrobiyal, antifungal, antiinflamatuvar, antikanserijen, antidiyabetik, antioksidan özelliklerinin bilimsel olarak tespit edilmiş olması, bu yağların macunlar, ekmekek, pastalar ve diğer unlu mamuller, peynir ve turşu gibi ürünlerde aroma verici kullanımının yanında, koruyucu ve destekleyici birer tıbbi bitki olarak da kullanılmasına imkan sağlamıştır (Bulca, 2014). Iqbal vd. (2018) yaptıkları çalışmada pizza hamurunu çörek otu ile zenginleştirerek çörek otunun pizza tabanının fizikokimyasal, organoleptik ve antioksidan özelliklerini geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Antioksidan fitokimyasallar kaliteli hammadde, üretim tekniği, ambalajlama ve depolama yöntemleriyle ve uygun çeşidin güvenli miktarlarda kullanılması durumunda gıda maddesinin kalitesini korumakta ve gıdaları, doğal oksidasyon ve peroksidasyon süreçlerine karşı koruyarak güvenliğini ve raf ömrünü artırmaktadırlar. Çörek otu uçucu yağı sabit yağdan daha yüksek antioksidan etkiye sahiptir, bunun sebebi çoklu doymamış yağ asitlerince zengin içerikli olmasıdır. Çörek otu yağında 450 mg/kg yağ düzeyinde karotenoid ve tokoferol bulunduğu, tohumunda 201,3 mg/kg tohum timokinon içeriği olduğu tespit edilmiştir. Ekstraksiyon tekniğinin çörek otu yağının bileşimi ve kalitesinde doğrudan etkili olduğunu, soğuk sıkım tekniği ile elde edilen çörek otu yağının oksidasyonunun solvent ekstraksiyon yöntemine göre daha etkili olduğunu göstermesi sebebiyle soğuk sıkım yöntemi ile üretilmiş yağların tercih edilmesi önerilmektedir (Bulca, 2014).

## 2. SONUÇ

Yağlı tohum kaynaklarına olan ilgi son zamanlarda artmıştır. Yağlı tohumlar beslenme, endüstriyel ve farmasötik açıdan önemli kaynaklardır. Çeşitli yağlı tohumlar arasında, *N. sativa* önemli antioksidan özelliklere sahip fitokimyasallar içeren formülasyonların üretiminde kullanılabilmesi sebebiyle özellikle ilgi çekicidir. Çörek otu, dünyanın birçok yerinde tamamlayıcı diyetin bir parçasıdır ve tüketimi de üretici olmayan ülkeler dahil olmak üzere gittikçe artmaktadır fakat yağlardaki fitokimyasallar hakkındaki bilgiler sınırlıdır. Yine de bu fitokimyasallar gıda sistemlerine nutrasötik ve fonksiyonel faydalar sağlayabilir. Bunlar çörek otu tohumunun hem aktif proteinler hem de yağda çözünen elementler içerdiğini göstermektedir ve bu durum fitoterapötik ajanın arkasındaki çoklu etki mekanizmalarını kanıtlar niteliktedir. Çörek otu tohumu yağı değerli esansiyel yağ asitleri, fitosteroller, glikolipidler ve fosfolipidler açısından zengin bir kaynaktır. Bu biyoaktif lipidlerin yüksek seviyeleri beslenme uygulamalarında önemli bir yere sahiptir. Hem etanolik hem de sulu özütlerin yanı sıra uçucu yağın yararlı etkilere sahip olduğu kanıtlanmıştır. Farmakolojik aktivitelerin çoğu, aktif bir bileşen olarak timokinonun varlığına atfedilir. Son zamanlarda çörek otu, dünya çapında araştırma için önemli bir konu haline gelmiştir, ancak bu çok yönlü fitoterapötik ajanın yeni olası aktivitelerini bulmak için daha fazla çalışmanın yanı sıra bitkinin terapötik etkinliğini kanıtlamak için klinik denemelerin derinleştirilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Ali, B. H., & Blunden, G. (2003). Pharmacological and toxicological properties of *Nigella sativa*. *Phytotherapy Research: An international journal devoted to pharmacological and toxicological evaluation of natural product derivatives*, 17(4), 299-305.
2. Ambati, R. R., & Ramadan, M. F. (2021). *Nigella sativa* Seed Extracts in Functional Foods and Nutraceutical Applications. In *Black cumin (Nigella sativa) seeds: Chemistry, Technology, Functionality, and Applications* (pp. 501-520). Springer, Cham.
3. Atta, M. B. (2003). Some characteristics of nigella (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. *Food chemistry*, 83(1), 63-68.
4. Bashir, O., Jan, N., Gani, G., Naik, H. R., Hussain, S. Z., Reshi, M., & Amin, T. (2021). Food Applications of *Nigella sativa* Seeds. In *Black cumin (Nigella sativa) seeds: Chemistry, Technology, Functionality, and Applications* (pp. 191-207). Springer, Cham
5. Bulca, S. (2014). ÇÖREK OTUNUN BİLEŞENLERİ VE BU YAĞIN VE DİĞER BAZI UÇUCU YAĞLARIN ANTIÖKSİDAN OLARAK GIDA TEKNOLOJİSİNDE KULLANIMI. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 29-36.
6. Gün, M. (2012). Holly Seed: *Nigella Sativa*. Some Knowledge Corresponding to *Nigella Sativa*'s Therapy Ailment. *Lokman Hekim Journal* 2 (1): 43, 46.
7. Iqbal, MJ, Butt, MS, Saeed, I. ve Suleria, HAR (2018). Çörek Otu (*Nigella sativa*) Ekstraktları ile Zenginleştirilmiş Pizza Hamuru Bazının Fizikokimyasal ve Antioksidan Özellikleri. *Güncel Beslenme ve Gıda Bilimi* , 14 , 1-8.
8. İlhan, A., Gurel, A., Armutcu, F., Kamisli, S., & Iraz, M. (2005). Antiepileptogenic and antioxidant effects of *Nigella sativa* oil against pentylenetetrazol-induced kindling in mice. *Neuropharmacology*, 49(4), 456-464.
9. Kamil, Z. H. (2013). Spectacular black seeds (*Nigella sativa*): Medical importance review. *Medical Journal of Babylon*, 10(4).
10. Khare, C. P. (2004). Rational western therapy, ayurvedic and other traditional usages, botany. *Indian herbal remedies*.
11. Khader, M., & Eckl, P. M. (2014). Thymoquinone: an emerging natural drug with a wide range of medical applications. *Iranian journal of basic medical sciences*, 17(12), 950.
12. Kulyar, M. F. E. A., Li, R., Mehmood, K., Waqas, M., Li, K., & Li, J. (2020). Potential influence of *Nigella sativa* (Black cumin) in reinforcing immune system: A hope to decelerate the COVID-19 pandemic. *Phytomedicine*, 153277.
13. Kumar, P., & Patra, A. K. (2017). Beneficial uses of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds as a feed additive in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 73(4), 872-885.
14. Majdalawieh, A. F., & Fayyad, M. W. (2016). Recent advances on the anti-cancer properties of *Nigella sativa*, a widely used food additive. *Journal of Ayurveda and integrative medicine*, 7(3), 173-180
15. Mazaheri, Y., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2019). A comprehensive review of the physicochemical, quality and nutritional properties of *Nigella sativa* oil. *Food reviews international*, 35(4), 342-362.



16. Namjoo A, Sadri SM, Rafieian M, et al. (2013) Comparing the effects of Nigella sativa extract and gentamicin in treatment of urinary tract infection caused by E. coli. *J Mazandaran Univ Med Sci.* 22: 22-29.
17. Osman, M. A., Alamri, M. S., Mohamed, A. A., Hussain, S., Gasseem, M. A., & Rahman, I. A. (2015). Black cumin-fortified flat bread: formulation, processing, and quality. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7(2), 233-238.
18. Sahak, M. K. A., Mohamed, A. M., Hashim, N. H., & Hasan Adli, D. S. (2013). Nigella sativa oil enhances the spatial working memory performance of rats on a radial arm maze. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013.
19. Shrivastava, R. M., Agrawal, R. C., & Parveen, Z. E. B. A. (2011). A review on therapeutic applications of Nigella sativa. *J Chem Chem Sci*, 1(4), 241-248.
20. Seidavi, A. R., Laudadio, V., Khazaei, R., Puvača, N., Selvaggi, M., & Tufarelli, V. (2020). Feeding of black cumin (*Nigella sativa* L.) and its effects on poultry production and health. *World's Poultry Science Journal*, 76(2), 346-357.
21. Sultan, M. T., Butt, M. S., Anjum, F. M., Jamil, A., Akhtar, S., & Nasir, M. (2009). Nutritional profile of indigenous cultivar of black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil. *Pak. J. Bot*, 41(3), 1321-1330.
22. Rahman, M. H., Alam, M. S., Monir, M. M., & Ahmed, K. (2021). Comprehensive Effects of Black Cumin (*Nigella sativa*) and Synthetic Antioxidant on Sensory and Physicochemical Quality of Beef Patties during Refrigerant Storage. *Journal of Agriculture and Food Research*, 100145.
23. Yimer, E. M., Tuem, K. B., Karim, A., Ur-Rehman, N., & Anwar, F. (2019). Nigella sativa L. (black cumin): a promising natural remedy for wide range of illnesses. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019.

## ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF PROPOLIS

### PROPOLİSİN ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ

**Walaa DİRANİ**

Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı,

ORCID NO: 0000-0003-1300-1291

**Sultan CAN**

Ar. Gör. Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,

ORCID NO: 0000-0003-1142-6827

**Abuzer ÇELEKLİ**

Prof. Dr., Gaziantep Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,

ORCID NO: 0000-0002-2448-4957

(Sorumlu Yazar)

**Hüseyin BOZKURT**

Prof. Dr., Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,

ORCID NO: 0000-0003-4676-6354

### ABSTRACT

Propolis is a natural resinous mixture produced by honeybees from substances collected from parts of plants, buds and exudates. Propolis is a valuable source of a wide variety of bioactive compounds. These compounds show antioxidant, antibacterial, antiviral, antifungal, antitumor, anti-inflammatory, anticancer, antidiabetic, anti-proliferative and immunomodulatory effects. The active compounds in the content of propolis vary depending on the plants that are the source of propolis, the region where the bees are and the season. Propolis is chemically composed of 50% plant resins, 30% waxes, 10% essential oils, 5% pollens and 5% other organic substances and minerals. Propolis shows effective antioxidant and antimicrobial activities. Antioxidants are defensive factors against the effects of free radicals and reactive oxygen and nitrogen species. Propolis contributes the prevention of ailments related with oxidative stress such as cancer, aging, and cardiovascular diseases due to its powerful antioxidant activity. Propolis is one of the natural antibiotics characterized by antifungal, antibacterial and antiviral effects. It acts both against Gram negative and Gram positive bacteria. It has a fungicidal effect on a number of species of fungi. Propolis is a natural product which shows a wide range of bioactive properties.

**Keywords:** Propolis, bioactive, antioxidant, antimicrobial

### ÖZET

Propolis, bal arılarının bitki kısımlarından, tomurcuklardan ve eksüdalardan toplanan maddelerden ürettiği doğal reçineli bir karışımdır. Propolis, çok çeşitli biyoaktif bileşiklerin değerli bir kaynağıdır. Bu bileşikler, antioksidan, antibakteriyel, antiviral, antifungal, antitümör, antiinflamatuvar, antikanser, antidiyabetik, anti-proliferatif ve immünomodülatör etkiler gösterir. Propolisin içeriğindeki aktif bileşikler propolisin kaynağı olan bitkilere, arıların bulunduğu bölgeye ve mevsime göre değişiklik gösterir. Propolis kimyasal olarak %50 bitki reçinesi, %30 mum, %10 esansiyel yağlar, %5 polen ve %5 diğer organik maddeler ve minerallerden oluşur. Propolis etkili antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteler gösterir. Antioksidanlar, serbest radikallerin ve reaktif oksijen ve nitrojen türlerinin etkilerine karşı savunma faktörleridir. Propolis, güçlü antioksidan aktivitesi sayesinde kanser, yaşlanma ve kardiyovasküler hastalıklar gibi oksidatif strese bağlı hastalıkların önlenmesine katkı sağlar. Propolis, antifungal, antibakteriyel ve antiviral etkileri olan doğal antibiyotiklerden biridir. Hem Gram negatif

hem de Gram pozitif bakterilere karşı etkilidir. Bir dizi mantar türü üzerinde mantar öldürücü etkiye sahiptir. Propolis, çok çeşitli biyoaktif özellikler gösteren doğal bir üründür.

**Anahtar kelimeler:** Propolis, biyoaktif, antioksidan, antimikrobiyal

## INTRODUCTION

Bee products such as honey, royal jelly, pollen, propolis are used since the early ages of humanity for the purpose of health protection and disease treatment. Propolis is a complex mixture of compounds which have important properties (Acun and Gül, 2020; Okińczyc et al., 2020). Propolis or bee glue is a natural resinous mixture produced by honeybees from substances collected from parts of plants, exudates and buds. The bees chew the resin, add salivary enzymes, and then mix with compounds of bee metabolism and beeswax. The word propolis was derived from the Greek pro (in front of, at the entrance to) and polis (community or city), meaning that it makes contribution to defense of hives. Because of its waxy structure and physical characteristics, bees use propolis in the building and repair of hives like closing cracks and openings and as a protective barrier to invaders or against weather conditions such as rain and wind (Fokt et al., 2010; Acun and Gül, 2020). Propolis provides a good thermal insulation by maintaining temperature in the hive around 35°C which is the ideal level for bees (Okińczyc et al., 2020). In addition, bees use propolis for embalming the bodies of dead creatures, thus preventing their decomposition and resulting microbial infections (Fokt et al., 2010). One of the most significant features of propolis is the protection of hive residents from microbial and viral infections, due to its antimicrobial activities (Okińczyc et al., 2020).

Physical properties of propolis changes with temperature. It is hard and brittle below 10°C, soft and waxy between 15-25°C and melts partially between 60-80°C (Acun and Gül, 2020). It has a characteristic aromatic taste and smell; its color changes from light to dark brown, red, yellow, or green depending on its age and source (Pratami et al., 2018). Propolis is chemically composed of 50% plant resins, 30% waxes, 10% essential oils, 5% pollens and 5% other organic substances and minerals (Nedji and Loucif-Ayad, 2014; Almuhayawi, 2020).

In production of commercial and supplemental products, propolis is added in extract form which are generally produced by putting crushed propolis in water or organic solvent separate from the novel methods (Galeotti et al., 2018). In propolis extraction ethanol, methanol, ethyl acetate, hexane, water, dichloromethane, acetone, olive oil, chloroform, propylene glycol and dimethylsulfoxide are used as solvents (Acun and Gül, 2020).

Propolis is a valuable source of an extensive range of bioactive compounds. Its antioxidant, antibacterial, antiviral, antifungal, anticancer, antitumor, anti-inflammatory and immunomodulatory effects were determined (Laskar et al., 2010; Acun and Gül, 2020). These bioactive effects are performed by the compounds that are in the structure of propolis (Galeotti et al., 2018). From different parts of the world, more than 300 components involving volatile organic compounds, phenolic acids, flavonoid aglycones, phenolic aldehydes, sesquiterpenes, alcohols and ketones, coumarins, quinones, amino acids and steroids were isolated from propolis. Most of the isolated substances from propolis are phenolic compounds with substantial antioxidant activities (Gülçin et al., 2010). It is considered that phenolic acids and flavonoids contribute more to the bioactive properties than the other constituents of propolis (Galeotti et al., 2018). Type of bee flora and climate conditions affect chemical composition of propolis. Consequently, chemical and botanical diversity influence the bioactive properties of propolis (Laskar et al., 2010; Acun and Gül, 2020). All of the isolated compounds are related with pharmacological and bioactive characteristics of propolis. Therefore, propolis is used in medicine, food industry and cosmetics (Gülçin et al., 2010).

Propolis is one of the natural antibiotic products having an extensive range of effects like antifungal, antibacterial and antiviral (Ramanauskienė et al., 2013). In addition, it has a high antioxidant capacity for prevention and treatment of diseases related with oxidative stress such as cancer, aging, and cardiovascular diseases (Pratami et al., 2018). In this study antioxidant and antimicrobial activity of propolis is reviewed.

## ANTIOXIDANT ACTIVITY

Oxidation is a natural consequence of metabolism in living organisms. Reactive nitrogen species (RNS) and reactive oxygen species (ROS) like nitric oxide, hydrogen peroxide, superoxide and singlet oxygen are formed in the result of metabolism. Normally, these radicals are scavenged by the antioxidant system of the human body as a result maintenance the balance between antioxidation and oxidation is achieved. However, when the body cannot eliminate excessive ROS, oxidative stress takes place and causes oxidative damage of nucleic acids, lipids and proteins in cells. It is documented that reactive oxygen species and free radicals have significant functions in the formation of chronic diseases like heart disease, cancer and the aging process (Fokt et al., 2010; Gülçin et al., 2010; Ji et al., 2020). Antioxidants act as defense mechanisms against the effects of free radicals in the body. They function by inhibiting the initiation and propagation steps, causing the termination of the reaction and delaying the oxidation process. Consumption of natural antioxidant sources is a very convenient and effective way for the supplementation of antioxidants (Gülçin et al., 2010; Ji et al., 2020). Propolis, which shows powerful antioxidant activity, contains antioxidative compounds such as gallic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, p-coumaric acid, kaempferol, quercetin, protocatechuic acid, and trans-ferulic acid (Bayram, 2020). There is a strong positive correlation between antioxidant activity and total phenolic and flavonoid content of propolis extracts (Graikou et al., 2016; Galeotti et al., 2018). Owing to their structure phenolic acids and flavonoids display high antioxidant activity (Kurek-Górecka et al., 2014). The antioxidative mechanisms of the polyphenolic compounds consist of: chelating metal ions taking place in free radical formation, enzyme activity inhibition and thus inhibiting formation of reactive oxygen species (ROS), scavenging of reactive oxygen species (ROS), thus interrupting the reaction chains causing to the peroxidation of lipids and synergistic action with other antioxidants (Kurek-Górecka et al., 2014).

Main antioxidant activity determination methods are: the scavenging of free radicals ABTS (2,2-azino-bis-(3-ethylbenzothiazole-6-sulphonate); DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl); FRAP (ferric reducing antioxidant power) method and CUPRAC (total antioxidant potential assay using a Cu (II) complex as an oxidant) (Can et al., 2015; Bakkaloğlu and Arıcı, 2019; Lavinias et al., 2019; Bayram, 2020).

Torres et al. (2018) obtained ethanolic extracts of propolis from *Tetragonisca angustula* and *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* and bee species. They reported antioxidant activity as concentration of propolis extract providing 50% inhibition of DPPH free radical (IC<sub>50</sub>) as 241.8 µg/mL for *M. quadrifasciata quadrifasciata* and 2433.0 µg/mL for *T. angustula*. Bayram (2020) studied with five propolis samples obtained from 4 different countries. The DPPH values for the samples evaluated in this study and results were expressed as mg Trolox equivalents per g of samples (mg TE/g). DPPH values were between 75.907 and 167.225 mg TE/g. The ABTS values of the samples ranged from 19.163 to 33.747 mg TE/g. Can et al. (2015) analyzed the antioxidant properties of propolis samples collected from 15 different regions of Azerbaijan and found DPPH radical scavenging activity (SC<sub>50</sub>) values between 18 and 128 mg/mL. Cottica et al. (2011) obtained ethanolic extracts of propolis by using different ethanol/water ratios and determined DPPH radical scavenging activity (IC<sub>50</sub>) values between 47-160 µg/mL. The IC<sub>50</sub> of lyophilized aqueous extract of propolis was calculated as 31.81 µg/mL by DPPH method in the study made by Gülçin et al. (2010). IC<sub>50</sub> values of DPPH free radical of propolis ethanolic extracts was found between 95.42-368.22 mg/L depending on collection region and storage time (Alayunt, 2019). Yuan et al. (2019) applied different extraction methods and obtained extracts of propolis. They determined IC<sub>50</sub> values between 0.14-1.03 mmol Trolox equivalents per gram dry weight of sample (mmol Trolox/g DW) by DPPH radical scavenging activity method. Galeotti et al. (2018) prepared propolis extracts by 4 different solvents and antioxidant activity was determined between 71.7-79.4 µg Trolox equivalent/mg polyphenols by DPPH method. Pratami et al. (2018) obtained extracts by using ethanol from 3 different types of propolis. EC<sub>50</sub> value with DPPH assay was found between 25.54 and 69.96 µg/mL and EC<sub>50</sub> value with FRAP assay was determined between 26.41-34.62 µg/mL. Species of bees, collection region, method of extraction and used solvent and type of propolis are the factors affecting the antioxidant activity of propolis.

## ANTIMICROBIAL ACTIVITY

Natural products are promising natural antimicrobial agents for elimination of the pathogenic microorganisms (Nedji and Loucif-Ayad, 2014). Propolis is an important antimicrobial bee product. It acts both against Gram negative and Gram positive bacteria, in addition to the anaerobic and aerobic species. Chemical composition influences the antimicrobial activity and it is different in different countries (Przybyłek and Karpiński, 2019). Strong antioxidant and antimicrobial activities may be related with high phenolic and flavonoid contents (Nedji and Loucif-Ayad, 2014; Pobiega et al., 2019; Okińczyc et al., 2020). The antimicrobial activity of propolis can be considered due to the presence of phenolic acids, including cinnamic acid, ferulic acid, benzeneacetic acid, and benzoic acid (Pobiega et al., 2019). The activities of propolis substantially depend on regional and seasonal factors. The location which propolis is collected affects its antimicrobial potential (Almuhayawi, 2020).

The antibacterial activity of propolis is mostly tested on *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* spp., *Yersinia enterocolitica*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus mutans* and *Staphylococcus epidermidis* (Przybyłek and Karpiński, 2019). Moreover, propolis has antifungal effects on a number of species of fungi, including *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, *Botrytis cinerea*, *Plasmopara viticola* and *Ascospaera apis* (Ramanauskienė et al., 2013).

It is thought that propolis shows antibacterial activity by either acting directly on the microorganism or by enhancing the organisms' immune system (Almuhayawi, 2020). Propolis and its derivatives have a number of antimicrobial components with a wide spectrum against various bacteria types. Various mechanisms about antibacterial activity of propolis are proposed: modification of cytoplasmic membrane function, blocking of nucleic acid synthesis, reduction of ATP production, energy metabolism inhibition, cell membrane proteins inhibition, increasing cell membrane permeability, decreasing bacterial mobility, disturbance of the membrane potential and reducing bacterial resistance (Przybyłek and Karpiński, 2019; Almuhayawi, 2020).

The antibacterial activity of ethanolic extracts of Algerian propolis from 4 different regions against 2 Gram positive [*Staphylococcus aureus* (ATCC25923R), *Bacillus cereus* (IPA)] and 2 Gram negative bacteria [*Pseudomonas aeruginosa* (ATCC27893R) and *Escherichia coli* (ATCC25922)] was determined by disc diffusion method. The propolis extracts inhibited the growth of all examined microorganisms. Higher antimicrobial activity against Gram positive bacteria was found (Nedji and Loucif-Ayad, 2014). Torres et al. (2018) studied with ethanolic extracts of propolis which is obtained from two different bee species. Antimicrobial activity of propolis extracts was evaluated against gram-negative (*K. pneumoniae*, *E. coli*) and gram-positive (*E. faecalis*, *S. aureus*, methicillin-resistant *S. aureus*) bacteria by the minimal inhibitory concentration (MIC) test. MIC values changed depending on the species of the bees. Gram negative bacteria were less sensitive than gram positive bacteria to propolis extracts for both bee species. Pobiega et al. (2019) compared antimicrobial activities of ethanolic propolis extracts obtained applying 3 different methods. Strains used in the disk diffusion tests included fungi (*Mucor mucedo*, *Candida krusei*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria solani*) and bacteria (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*). The extract applied longest sonication gave the largest inhibition zones for all strains. *S. aureus* was more sensitive to extracts than other strains. Ramanauskienė et al. (2013) prepared propolis extracts with different solvents including water. Antimicrobial activity was determined by MIC test. Tested microorganisms were as follows: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*, *Proteus mirabilis*, *Candida albicans* and *Bacillus subtilis*. Water extracted propolis was not effective against the studied microorganisms. The most sensitive microorganisms to studied ethanol extracts were *Bacillus cereus*, *Candida albicans* and *Bacillus subtilis*. Afrouzan et al. (2018) obtained propolis samples from 4 different regions of Iran by extracting with ethanol and dichloromethane. They observed inhibition zones by disc diffusion method for *Candida albicans*, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus* for all propolis samples.

Antimicrobial activity of samples changes depending on chemical composition, applied extraction method and used solvent, geographic and botanical origin of the propolis and species of the bees (Ramanauskienė et al., 2013; Nedji and Loucif-Ayad, 2014; Torres et al., 2018; Pobiega et al., 2019).

## CONCLUSION

Propolis or bee glue is a resinous substance collected by honeybees for the construction and adaptation of their hives. It has a wide range of bioactivities such as antioxidant, antibacterial, antifungal, antiviral, anti-inflammatory and anticancer properties. The chemical composition of propolis is one of the main factors determining its bioactivity. Chemical composition of propolis is quite variable related with plant species from which the bees collect the exudates, bee species and geographic location. Propolis show effective antioxidant and antimicrobial activities depending on chemical composition, species of the bees, geographic origin of propolis and applied extraction method and used solvent. Propolis products such as extracts could be incorporated into food and pharmaceutical formulations because of their antioxidant and antimicrobial activities.

## REFERENCES

- Acun, S., & Gül, H. (2020). Fonksiyonel bir ürün olan propolisin sağlık üzerine etkisi. *Uludağ Bee Journal*, 20(2).
- Afrouzan, H., Tahghighi, A., Zakeri, S., & Es-haghi, A. (2018). Chemical composition and antimicrobial activities of Iranian propolis. *Iranian biomedical journal*, 22(1), 50.
- Alayunt, N. Ö. (2019). Bölgesel farklılık ve depolama süresinin propolisin antioksidan özellikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 44(6), 969-979.
- Almuhayawi, M. S. (2020). Propolis as a novel antibacterial agent. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(11), 3079.
- Bakkaloğlu, Z., & Arıcı, M. (2019). Farklı çözücülerle propolis ekstraksiyonunun toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasite ve antimikrobiyal aktivite üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 17(4), 538-545.
- Bayram, N. E. (2020). A study on free-radical scavenging activity, individual phenolic compounds and element concentration of propolis. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20(2), 145-156.
- Can, Z., Yıldız, O., Şahin, H., Asadov, A., & Kolaylı, S. (2015). Phenolic profile and antioxidant potential of propolis from Azerbaijan. *Mellifera*, 15(1), 16-28.
- Cottica, S. M., Sawaya, A. C., Eberlin, M. N., Franco, S. L., Zeoula, L. M., & Visentainer, J. V. (2011). Antioxidant activity and composition of propolis obtained by different methods of extraction. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 22(5), 929-935.
- Fokt, H., Pereira, A., Ferreira, A. M., Cunha, A., & Aguiar, C. (2010). How do bees prevent hive infections? The antimicrobial properties of propolis. *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*, 1, 481-493.
- Galeotti, F., Maccari, F., Fachini, A., & Volpi, N. (2018). Chemical composition and antioxidant activity of propolis prepared in different forms and in different solvents useful for finished products. *Foods*, 7(3), 41.
- Graikou, K., Popova, M., Gortzi, O., Bankova, V., & Chinou, I. (2016). Characterization and biological evaluation of selected Mediterranean propolis samples. Is it a new type?. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 261-267.
- Gülçin, I., Bursal, E., Şehitoğlu, M. H., Bilsel, M., & Gören, A. C. (2010). Polyphenol contents and antioxidant activity of lyophilized aqueous extract of propolis from Erzurum, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8-9), 2227-2238.
- Ji, M., Gong, X., Li, X., Wang, C., & Li, M. (2020). Advanced research on the antioxidant activity and mechanism of polyphenols from Hippophae Species—A Review. *Molecules*, 25(4), 917.
- Kurek-Górecka, A., Rzepecka-Stojko, A., Górecki, M., Stojko, J., Sosada, M., & Świerczek-Zięba, G. (2014). Structure and antioxidant activity of polyphenols derived from propolis. *Molecules*, 19(1), 78-101.

- Laskar, R. A., Sk, I., Roy, N., & Begum, N. A. (2010). Antioxidant activity of Indian propolis and its chemical constituents. *Food Chemistry*, 122(1), 233-237.
- Lavinas, F. C., Macedo, E. H. B., Sá, G. B., Amaral, A. C. F., Silva, J. R., Azevedo, M. M., ... & Rodrigues, I. A. (2019). Brazilian stingless bee propolis and geopropolis: promising sources of biologically active compounds. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 29(3), 389-399.
- Nedji, N., & Loucif-Ayad, W. (2014). Antimicrobial activity of Algerian propolis in foodborne pathogens and its quantitative chemical composition. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(6), 433-437.
- Okińczyc, P., Paluch, E., Franciczek, R., Widelski, J., Wojtanowski, K. K., Mroczek, T., ... & Sroka, Z. (2020). Antimicrobial activity of *Apis mellifera* L. and *Trigona* sp. propolis from Nepal and its phytochemical analysis. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 129, 110435.
- Pobiega, K., Kraśniewska, K., Derewiaka, D., & Gniewosz, M. (2019). Comparison of the antimicrobial activity of propolis extracts obtained by means of various extraction methods. *Journal of food science and technology*, 56(12), 5386-5395.
- Pratami, D. K., Mun'im, A., Sundowo, A., & Sahlan, M. (2018). Phytochemical profile and antioxidant activity of propolis ethanolic extract from *Tetragonula* bee. *Pharmacognosy Journal*, 10(1).
- Przybyłek, I., & Karpiński, T. M. (2019). Antibacterial properties of propolis. *Molecules*, 24(11), 2047.
- Ramanauskienė, K., Inkėnienė, A. M., Petrikaitė, V., & Briedis, V. (2013). Total phenolic content and antimicrobial activity of different Lithuanian propolis solutions. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013.
- Torres, A. R., Sandjo, L. P., Friedemann, M. T., Tomazzoli, M. M., Maraschin, M., Mello, C. F., & Santos, A. R. S. (2018). Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial activity of propolis obtained from *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* and *Tetragonisca angustula* stingless bees. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 51(6).
- Yuan, Y., Zheng, S., Zeng, L., Deng, Z., Zhang, B., & Li, H. (2019). The phenolic compounds, metabolites, and antioxidant activity of propolis extracted by ultrasound-assisted method. *Journal of food science*, 84(12), 3850-3865.

## SELF-HEALING POTENTIAL OF ASPHALT MIXTURES AT DIFFERENT MICROWAVE HEATING TIMES

**Zemad Anjum Ojellah**

Department of Civil Engineering, University of Engineering and Technology Taxila, Pakistan,

**Dr. Syed Bilal Ahmed Zaidi**

Department of Civil Engineering, University of Engineering and Technology, Taxila, Pakistan,

### ABSTRACT

Pavement damage caused by cracking is typically expensive to repair. Evaluating and implementing new technologies that can heal the cracks of asphalt pavement is essential. The use of steel wool fiber not only reduces the rehabilitation cost but also enhances the service life of the pavement. A laboratory approach to achieve maximum healing is by the process of microwave heating, which involves the addition of steel wool fibers (SWF) in asphalt mixture, which causes bitumen to melt and flow into the cracks leading to crack healing as the temperature rises above a certain threshold. In this research, different steel wool fibers contents of 0.2%, 0.4%, 0.6%, and 0.8% by weight of asphalt mixture were used. Temperature Measurements at different heating times were conducted using an infrared thermometer to evaluate optimum Healing temperature. Furthermore, the Three-Point Bending test was conducted on test samples before and after microwave heating to evaluate Healing Level (HL%) and optimum microwave heating time. Experimental results revealed that microwave heating has a significant potential to heal asphalt mixture having steel wool fiber. It was observed that samples have shown better healing at the temperature of 75°C to 80°C, and sample with 0.6% steel wool fibers has gained the Healing Level of 80% at the 50s, which is better as compared to other samples.

**Keywords:** Asphalt Mixture, Steel Wool Fiber (SWF), Microwave Heating, Healing Level, Three-Point Bending Test

### 1. INTRODUCTION

After years of use, the stiffness of asphalt pavement increases while its relaxation capacity decreases. This causes the binder to become more brittle, causing the development of micro cracks. Pavement damage caused by cracking failure is typically expensive to repair. As a result, implementation, and evaluation of new technologies such as microwave heating that can heal the cracks of asphalt have the potential to save money on road network maintenance in addition to the environmental benefits.

The most used substance for road construction around the world is asphalt mixture. Aggregates and bitumen combine to form this composite material. Bitumen is a petroleum-derived hydrocarbon that is used to bind aggregates [1]. Bitumen is well-known as a self-healing substance because of its ability to regain strength and sealing cracks on the asphalt surface caused by repeated traffic loads or temperature changes [2]. The viscosity of bitumen is temperature-dependent; as the temperature rises above a certain point, between 30°C and 70°C, it behaves like a Newtonian fluid [3]. As the temperature of a fractured asphalt road rises above the temperature threshold, bitumen starts to flow into the cracks, filling them [4]. Infrastructure rehabilitation, such as asphalt pavements, is costly. Asphalt pavements that are not adequately maintained raise a safety, economic, and environmental risk. [5]. During the mixing phase, conductive fiber aggregation is one of the problems [6]. Menozzi and Norambuena-Contreras suggested that Steel wool fiber (SWF) and iron particles are commonly used additives to accelerate the healing process of asphalt concrete [7-8]. Galego et al. concluded that microwave heating requires ten times less steel wool fiber than Induction heating [9]. Norambuena-Contreras and Garcia suggested that Microwave increased the temperature of asphalt sample about two times more than induction coil for the same heating time [10]. Liu et al. studied the healing capabilities of Porous Asphalt (PA) with Steel



wool content of 1.27% by Mass content of Total mixture and concluded that the Optimum Heating temperature is 85° C [11]. Liu and García have concluded that the between 1.5% and 5% by weight of asphalt mixture is optimum content to achieve healing, depending on the type of asphalt mixture [12-13]. Dai et al. studied the healing capabilities of mastic and dense graded asphalt concrete using 8% and 5.66% steel wool fiber by volume of binder and concluded that micro-cracks could be effectively healed at the temperature of 60°C and 100°C for mastic and concrete, respectively [14]. Garcia et al. studied the healing behaviors of dense asphalt under induction heating and suggested that 60% of mechanical strength could be recovered at 100°C [15]. Apostolidis et al. reported that steel fibers and iron powder improved the electrical conductivity of asphalt mixture, but the effect of steel fibers is better [16]. Franesqui, Yepes, and Garcia-Gonzalez studied the effect of metallic additives instead of steel wool fibers to avoid clusters. Results showed reasonably crack healing of asphalt mixture [17]. Gonzalez, Norambuena-Contreras, Storey, and Schlangen studied the effect of adding reclaimed asphalt pavement (RAP) on the crack healing of the mixtures, achieving good general results but concluding that RAP could decrease the healing capability of the asphalt mixtures [18]. Zhu and Fan studied the healing capacities of asphalt mixture. Results indicated that as temperature rises, healing time increases, and exerting pressure can heal cracks [19]. Al-Ohaly et al. studied the effect of microwave heating on adhesion and moisture damage of asphalt mixtures. Microwave treatment of asphalt mixtures can improve the adhesion between asphalt and aggregate [20]. Sun et al. concluded that asphalt mixture containing steel slag Showed good healing performance under microwave heating [21]. Jeoffroy et al. investigated the effect of sizes and chemical compositions to heal the crack. The results showed that the particle size under 1 mm had uniform heating and the crack healed with 80% performance recovery by heating the asphalt sample to 104°C [22].

This research aims to investigate and compare the effect of different percentages of steel wool fiber in asphalt mixture on the self-healing capability of Asphalt mixture under a three-point bending test and study the effect of temperature variation in different test samples at different microwave heating times. Furthermore, the optimum content of steel fiber and range of temperature, which gives maximum Healing Level, are also investigated.

To achieve the objective of this research, Asphalt mixture specimens with four different content of steel wool fiber were used for the fracture-healing-Refracture test. Different amount of steel wool fibers and aggregate gradation of NHA class B was selected. Tests were then conducted to validate healing mechanisms through microwave heating. Asphalt Prismatic Beam specimens were loaded under a Three-point bending test to failure. Microwave heating was then applied to the damaged specimens to stimulate healing mechanisms in the mix. The infrared thermometer was used to determine the temperature for each sample. Finally, the optimal fiber content of purpose-designed asphalt mixtures was determined, and the temperature was also investigated. The development of these purpose-design asphalt mixtures could lead to energy saving and environmental preservation in pavement construction. The Healing level was defined as the ratio of peak load obtained before and after healing.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1.1. Binder

The 60-70 penetration grade at 25°C Bitumen obtained for PARCO Petroleum Ltd. was used in this research, commonly used bitumen grade in Pakistan. ASTM standards were followed to evaluate the conventional properties of Binder. Properties of bitumen are shown in Table 1.

| Material | Properties         | Values                | Standard   |
|----------|--------------------|-----------------------|------------|
| Bitumen  | Density @ 25°C     | 1.02g/cm <sup>3</sup> | ASTM D 5   |
|          | Penetration @ 25°C | 68mm/100              | ASTM D 36  |
|          | Softening Point    | 48°C                  | ASTMD 36   |
|          | Flash Point        | 292°C                 | ASTM D92   |
|          | Fire Point         | 325°C                 | ASTM D92   |
|          | Ductility @ 25°C   | <100cm                | ASTM D 113 |

**Table 1: Properties of Asphalt Binder**

### 2.1.2. Aggregate

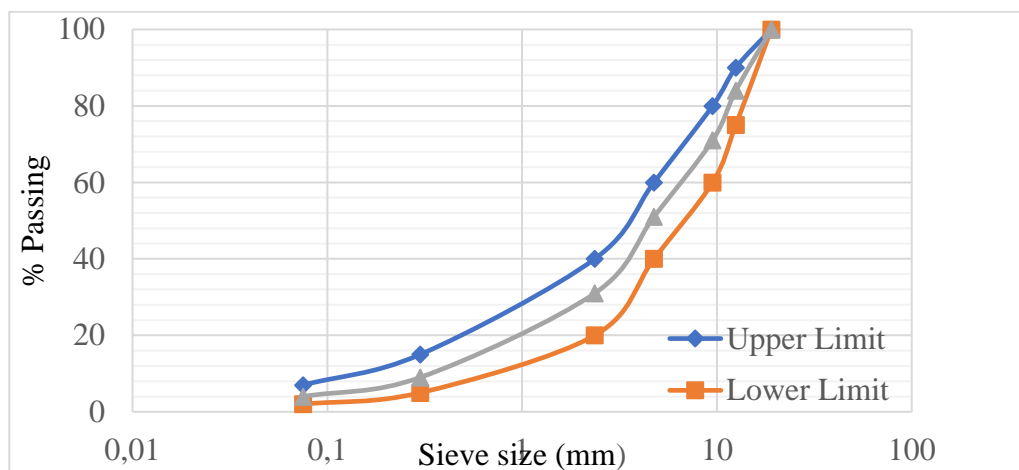
The most commonly used Margallah Quarries Aggregate was used in this research. The aggregate type is limestone which contains 98% carbonates, 1% Silica, and 1% hematite. The basic tests are performed, standards to be followed, and values are given in Table 2.

| Material  | Properties          | Values | Limit | Standard    |
|-----------|---------------------|--------|-------|-------------|
| Aggregate | Flakiness           | 5      | ≤ 10% | BS 812. 108 |
|           | Elongation          | 11     | ≤ 10% | BS 812. 109 |
|           | Sand Equivalent     | 75     | ≥ 50% | ASTM D 2419 |
|           | Fractured particles | 100    | ≥ 90% | ASTM D 5821 |

**Table 2: Properties of Aggregate**

Furthermore, Class A and Class B gradation can be used for constructing wearing course of Asphalt pavement according to National Highway Authority (NHA). In this Research, NHA Class B aggregate gradation was selected for Asphalt mixture preparation.

The NHA class B gradation curve is given in figure 1.



**Figure 1: NHA class B Aggregate Gradation curve**

### 2.1.3. Microwave and Infrared Thermometer.

A microwave oven of 15 kg weight with an output of 700W and frequency of 2.45GHz, which correspond to a wavelength of approximately 120mm, was used to heat the asphalt samples. An infrared Thermometer having the measure the range of -32°C to 380°C (-26°F to 716°F) with an accuracy of ±2°C, a response time of 500 milli sec (95% response), and repeatability of 1% of reading or 0.1°C was used to measure the temperatures at different heating time

## 2.2 Test samples Preparation.

Aggregate was dried at the temperature of 120°C for 2 hours to ensure better adhesion. Bitumen and Steel wool fibers were heated at the temperature of 160°C for 2 hours and then mixed with aggregate for 3 to 4 minutes. After one day of curing at an ambient temperature of around 23°C, the Asphalt slab was cut into ten equal prismatic beams to adapt the three-point bending test (TPB). Steel wool fibers cut in the length of 8-10 mm were used to prepare Slabs. Five different kinds of asphalt mixture slabs with 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, and 0.8% Steel wool content by weight of asphalt mixture were made using Cooper Roller Compactor. The Asphalt Content Used in Mix was 4.33%.

|                   | Properties                 | Value |
|-------------------|----------------------------|-------|
| Asphalt Mixture   | Optimum Asphalt Content    | 4.33% |
|                   | Air Voids in mix ( $V_a$ ) | 5.50% |
|                   | Voids filled with Asphalt  | 65.8% |
| Steel wool fibers | Length (mm)                | 8-10  |
|                   | Diameter (mm)              | 0.18  |

**Table 3: Properties of Asphalt Mix**

Slabs were prepared with the dimension of 400x305x50mm<sup>3</sup>. The weight of each slab was approximately 16kg. Ten Prismatic Beams 200x60x50mm<sup>3</sup> were extracted from each Asphalt mixture slab. A notch with a depth of 10mm and thickness of 2mm was cut at the mid-point of each Prismatic beam's central axis along the direction of loading to ensure that crack starts generating from that notch based on a suggestion from preliminary papers [10].

## 2.3 METHODOLOGY

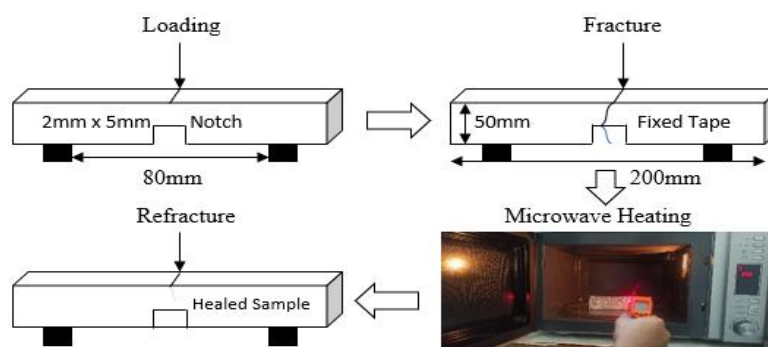
A Three-phase study was designed to achieve the objective of this research.

Phase I covers the selection of steel wool fiber with appropriate length, diameter, and the dosage of 0.2%, 0.4%, 0.6%, and 0.8% steel wool fibers by weight of Asphalt mixture to enhance the temperature and healing performance of Asphalt mixture.

Phase II comprised of preparation of notch at the mid-point of each Prismatic beam's central axis along the direction of loading. Crack was generated in asphalt beams under the three-point bending test.

Phase III includes healing of cracked samples in the microwave for different times to evaluate the performance of Asphalt Mixtures comprising a different percentage of steel wool fiber based on their healing levels at different microwave heating times with continuous temperature monitoring using an Infrared thermometer.

Figure 2 show the Healing cycle of sample.



**Figure 2: Healing Cycle of Asphalt Sample.**

## 2.4 Microwave Heating

Microwave Heating was applied to asphalt prismatic beams using a microwave oven. The initial temperature of the sample at the time of the test was 23°C. The surface temperature of samples was recorded after seven heating times of the 30s, 40s, 50s, 60s, 80s, 100s, and 120s using an infrared thermometer to find optimum heating temperature. The heating effect of microwave on asphalt mixtures was mainly achieved by the fiber absorbing microwave energy, rising temperature, and transferring heat to asphalt binder. The specimen's surface temperatures were uneven because of the different heating rates of asphalt samples with different content of steel wool fiber and the inhomogeneity of the asphalt mixture.



Figure 3: Microwave Heating

## 2.5 Fracture Healing Refracture Test

Fig 4 Shows the healing of crack in samples. Fracture Healing Re fracture test was used to measure the level of self-Healing (HL%). Prismatic Asphalt Beams were cracked under a Three-point bending test and then allowed to heal under microwave radiation to find an optimum microwave heating time and steel fiber content that would give maximum healing.

Healing levels (HL) are defined as the ratio between Maximum Breaking Force (F<sub>b</sub>) before subjected test samples in Three-Point Bending Test and the maximum breaking force (F<sub>a</sub>) after the healing process in Microwave at different heating times.

$$\text{Healing Level (HL) \%} = \frac{F_a}{F_b} \times 100$$

F<sub>a</sub> = Maximum Breaking Force after Microwave healing.

F<sub>b</sub> = Maximum Breaking Force before Microwave heating.



Figure 4: Healing of crack after microwave heating

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1 Surface Temperature Measurement

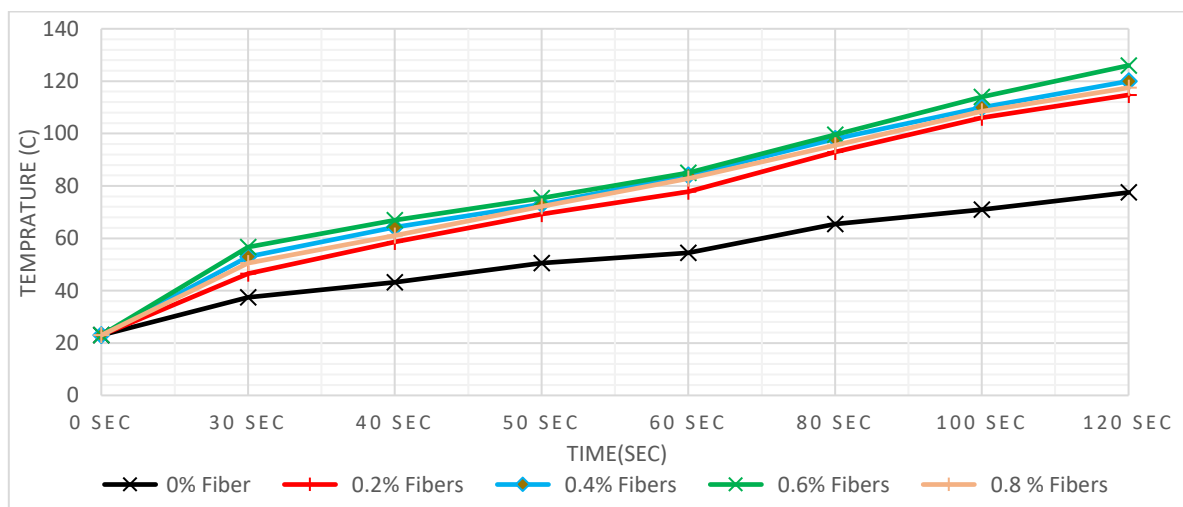
The initial temperature of the sample at the time of the starting was 23°C. The microwave door was opened after each interval of time 30s, 40s, 50s, 60s, 80s, 100s, and 120s and the temperature of the specimen surface was measured at three different points using an Infrared thermometer. Then, the microwave door was closed, and the microwave heating was resumed for the next interval. Significant variation was observed in the temperature of the samples with no steel wool fiber compared to samples with steel wool fibers.

| Percentage of SWF by Wt. of Asphalt Mixture | 30sec | 40sec | 50sec | 60sec | 80sec | 100sec | 120sec |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 0   | 37.4  | 41.6  | 50.5  | 54.5  | 61.25 | 65.5   | 72.5   |
| 2   | 46.5  | 58.6  | 69.2  | 77.8  | 93    | 106    | 114.75 |
| 4   | 53    | 64.2  | 73    | 84.05 | 98    | 110    | 120    |
| 6   | 56.65 | 66.9  | 74.55 | 85.05 | 99.5  | 114    | 126    |
| 8   | 50.5  | 61.05 | 72.1  | 82.85 | 95.5  | 108    | 117.5  |

**Table 4: Surface Temperature at different Microwave Heating Times.**

The asphalt samples were pre-cracked, and they were healed at different heating times. It was observed that at the temperature of 70°C to 120°C, healing phenomena start to occur when the temperature of samples was above 50°C as suggested in the previous research of Liu [11]. As the previous author [23] indicated, the self-healing in asphalt material could be activated from 50°C to 60°C when samples are free from traffic pressure.

Figure 5 shows the Graphical representation of Surface Temperatures at different heating times. It can be seen that there is a considerable variation between samples with steel wool fibers and samples without steel wool fiber, although there is a slight difference within the test samples with steel wool fiber. Asphalt beams were exposed for a total time of 120s. It was observed that the sample with 0.6% fiber content reached the highest surface temperature of 126°C after 120s. Asphalt sample with 0.8% of fibers yields a temperature of 117.5°C, which was less compared to samples with 0.4% and 0.6% fibers.



**Figure 5: Graphical Representation of Surface Temperatures at different heating times**

Formation of fiber clusters in the test samples with 0.8% fibers at the initial stage of mixing was observed, which cause non-uniform distribution of temperature. Due to the uneven distribution in the

sample with 0.8% fibers, the zone near to cluster was overheated. It was also found from previous research [24] that inhomogeneous distribution of Steel wool fiber causes the overheating phenomenon, which critically damages the test sample. The temperatures reached, and the heating time of the mixture with 0.6% steel wool fiber by weight of asphalt mixture at the 50s are close to those described by previous researchers. [6,12,13]

### 3.2 Internal Temperature Measurement

Figure 6 shows the measurement of the temperature of the test sample after 120s. Due to the Softness of the Asphalt mixture after 120s, the internal temperature of samples was measured directly by inserting the thermometer in Asphalt Sample. Significant variation was observed at the surface temperature of the sample and the internal temperature of the sample after 120s. It was observed that the internal temperature is somehow 25°C to 30°C higher than the surface temperature. Sample with 0.6% fiber content yield highest internal temperature of 159°C. Temperature peaks and observed temperature variability could be caused by the spatial distribution of aggregates with different size, which is an intrinsic characteristic of the aggregates, the location, and concentration of aggregates that contain more metal that heats with microwaves and cluster of fibers formed during asphalt mixture manufacturing [18].

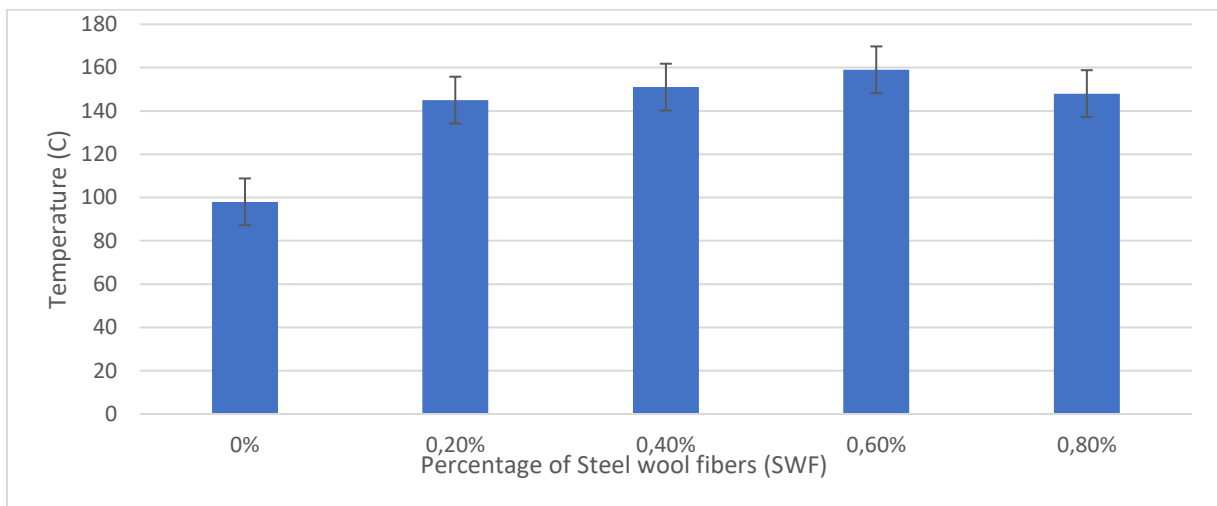
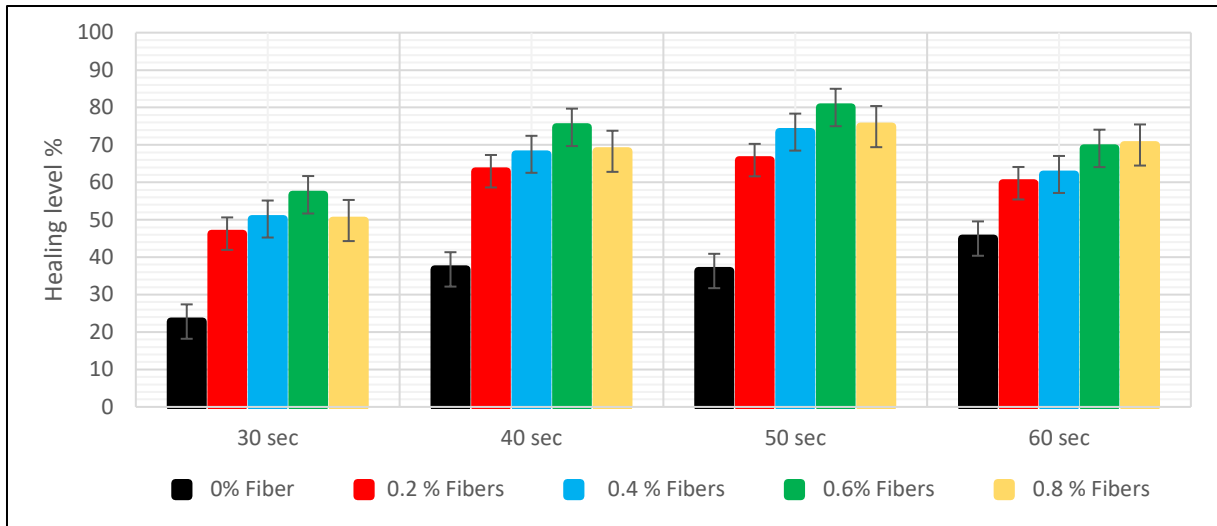


Figure 6: Internal Temperature measurement after 120 seconds

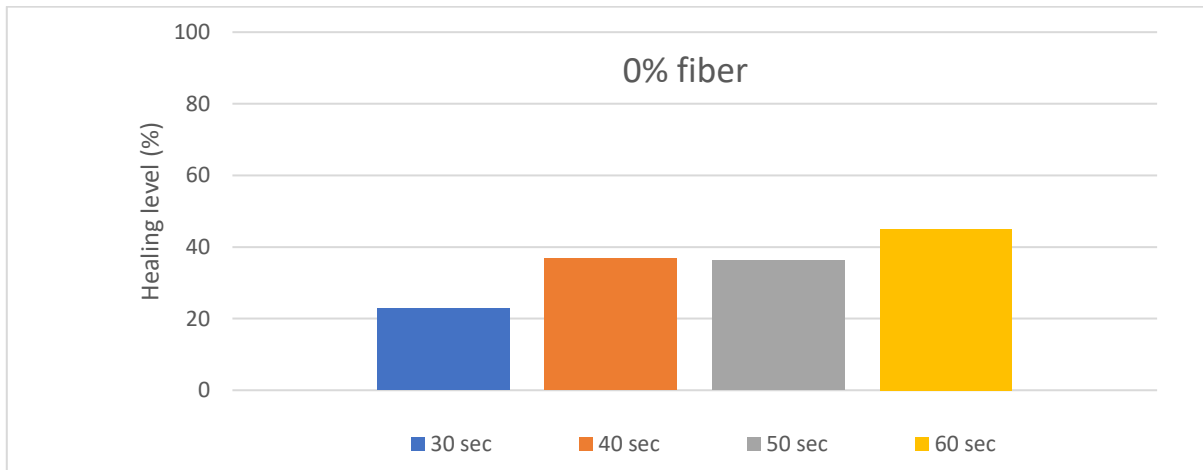
### 3.3 Self-Healing Measurement

To evaluate the Healing Levels of Asphalt Beams, an experimental approach that includes one cycle of Cracking-Healing was used. In Figure 7, Healing levels of Asphalts beams with different fiber content at microwave heating times of the 30s, 40, 50s, and 60s are shown. It was seen that 30s microwave heating time has no significant effect on the healing performance of Samples. For the heating time of the 30s, no test sample achieve more than 57% Healing. It was also concluded that 30s microwave heating time is short for self-Healing Phenomena to occur. It was also observed that for a longer heating time of the 60s, as fiber content increased, the healing level also Increased. For the heating time of the 60s, a sample with 0.8% fiber has the highest healing level of approximately 70%. A sample with no fiber content did not reach the healing level of 50%. This means no healing was observed in test samples with no fiber. Sample with 0.6% steel wool fibers has gained the Healing Level of 80% at the 50s, which is better than other test samples. The result was very much similar to the previous research of Garcia and Norambuena [3], which found that the minimum and maximum healing ratio for the first healing cycle was approximately 0.80 with 6% fibers.



**Figure 7: Healing Levels of different Asphalt Mixtures**

Figure 8 shows the healing level of the sample with no steel wool fiber (SWF) content. It can be seen from the graph that even after the microwave heating time of 60s, the sample does not heal or recover 50% of the strength. It can be concluded that steel wool fiber content has a substantial impact on an increase in temperature. Without steel wool fiber, it is challenging to trigger self-healing phenomena to occur.



**Figure 8: Healing Level of sample with no Steel wool fiber (SWF)**

In figure 9a,b healing levels of the test sample with 0.2% and 0.4% are shown, respectively. It was seen that that sample with 0.2% fiber reaches the healing level of approximately 66%, while the sample with 0.4% fiber reaches the healing level of 73.4% at 50s microwave heating time. After the heating time of the 50s, it was seen that the healing level gradually decreased. The heating time of the 30s does not produce better healing in both samples. When the temperature was over 60°C, the Healing level of specimens increased significantly, while the increase of healing level was no longer noticed when the temperature exceeded a certain threshold of 80°C due to non-Newtonian behavior of Bitumen, which is similar to previous researches [25]

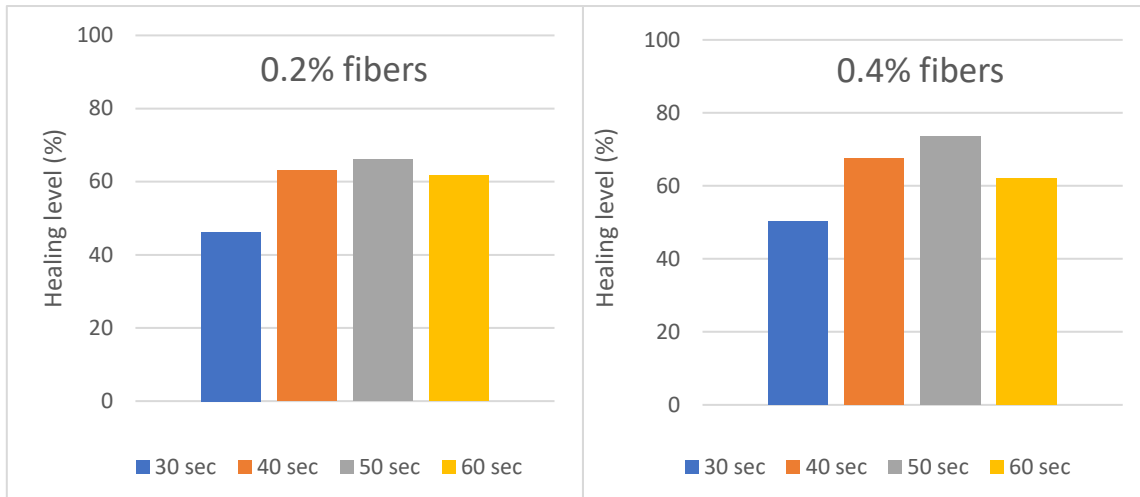


Figure 9a: Healing Level of 0.2% SWF

Figure 9b: Healing Level of 0.4% SWF

Figure 10a,b depicts the result of test samples with 0.6% and 0.8% fiber. A maximum healing level of 80% was observed in the sample with 0.6% fiber at a heating time of the 50s. HI increased with microwave power and heating time. While in the sample with 0.8% fiber highest healing level reached was approximately 75% at the 50s, which was very similar to the healing level of the sample with 0.6% fiber at 40s. with 0.6% fiber at 40s. A previous study indicated that the bitumen was close to a Newtonian fluid when the healing temperature was higher than the softening point. It can thereby flow and heal cracks [26]. Liu suggested that the optimal content of steel wool fibers was 6% by volume of the asphalt binder [27].

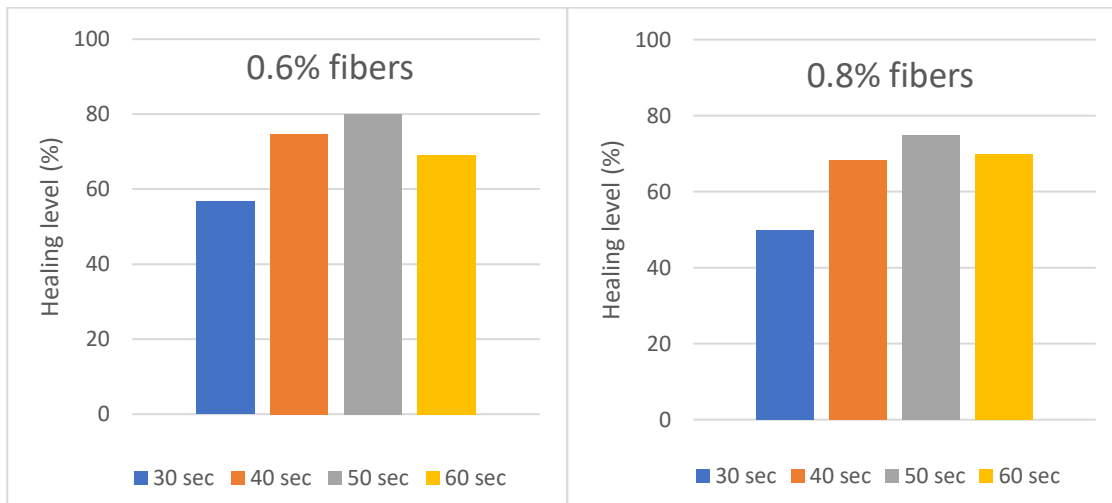


Figure 10a: Healing Level of 0.6% SWF

Figure 10b: Healing Level of 0.8% SWF

The reason for less healing level in the 0.8% fiber test sample than the 0.6% test sample was an uneven distribution of fiber in the sample with 0.8% fiber. Clusters of fibers were also seen on the surface of asphalt beams with 0.8% fiber. This happened because asphalt mixtures with higher fiber content are more likely to have long fibers and, therefore, a higher increase of the total volume due to the formation of clusters into the mixture [24].

#### 4. CONCLUSION

It was concluded that microwave heating significantly increases self-healing phenomena in samples with steel wool fibers. Based on the previous work by Norambuena-Contreras and Garcia [10], steel wool fibers added into the asphalt mixture continue to be beneficial to increase the healing rates of the asphalt mixtures with crack-healing purposes via microwave radiation.



The following results have been drawn from the results of this research.

- It was concluded that a sample with 0.6% fiber content yields a maximum healing level of 80% at 50s. Test samples with 0.6% and 0.4% fiber at 40s and 50s respectively yield a healing level of approximately 75%. All other test samples with different fiber content at different heating times give healing levels of 60% to 70%. So, depending upon the desired healing level, 0.4% and 0.6% steel wool fiber content can be selected as much difference is not observed within these samples.
- The distribution of fibers in Asphalt mixture highly affects the temperature at different heating times. The entanglement of fiber was observed in the samples made of 0.8% fiber content. Moreover, the sparking of steel wool fibers during microwave radiation was observed.
- Asphalt mix with 0.6 % fiber has a better distribution of steel wool fibers at the temperature of 75°C to 80°C compared to other samples. It was observed that the temperature measurement of 0.2% fiber is not significantly less than other samples but using 0.2% fiber by weight of asphalt mix is not enough to achieve a better healing level.
- The healing Efficiency of asphalt is very much dependent on Bitumen Grade. It was concluded that for 60/70 Penetration Grade Bitumen, microwave heating time of 30s is not enough to achieve the desired healing level.

## REFERENCES

- [1] J. Read and D. Whiteoak, *The Shell Bitumen Handbook*, Thomas Telford Publishing, 2003.
- [2] J. Qiu, A. A. A. Molenaar, M. F. C. van de Ven, S. Wu and J. Yu, "Investigation of self-healing behaviour of asphalt mixes using beam on elastic foundation setup," *Materials and Structures*, vol. 45, no. 5, p. 777–791, 2012.
- [3] A. Garcia, J. Norambuena-Contreras, M. Bueno and M. Partl, "Influence of Steel Wool Fibers on the Mechanical, Thermal, and Healing Properties of Dense Asphalt Concrete," *Journal of Testing and Evaluation*, vol. 42, p. 1107–1118, 2014.
- [4] A. Garcia, "Self-healing of open cracks in asphalt mastic," *Fuel*, vol. 93, p. 264–272, 2012.
- [5] M. Ameri, S. Hesami and H. Goli, "Laboratory evaluation of warm mix asphalt mixtures containing electric arc furnace (EAF) steel slag," *Construction and Building Materials*, vol. 49, p. 611–617, 2013.
- [6] A. Garcia, E. Schlangen and G. van, "Optimization of composition and mixing process of a self-healing porous asphalt," *Construction and Building Materials*, vol. 30, 2012.
- [7] A. Menozzi, A. Garcia, M. N. Partl, G. Tebaldi and P. Schuetz, "Induction healing of fatigue damage in asphalt test samples," *Construction and Building Materials*, vol. 74, p. 162–168, 2015.
- [8] J. Norambuena-Contreras, R. Serpell, G. Vidal, A. Gonzalez and E. Schlangen, "Effect of fibres addition on the physical and mechanical properties of asphalt mixtures with crack-healing purposes by microwave radiation," *Construction and Building Materials*, vol. 127, p. 369–382, 2016.
- [9] J. Gallego, M. del Val, Contreras and A. Paez, "Heating asphalt mixtures with microwaves to promote self-healing," *Construction and Building Materials*, vol. 42, 2013.
- [10] J. Norambuena-Contreras and A. Garcia, "Self-healing of asphalt mixture by microwave and induction heating," *Materials & design*, p. 404–414, 2016.
- [11] Q. Liu, A. Garcia, E. Schlangen and M. van de Ven, "Induction healing of asphalt mastic and porous asphalt concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 25, no. 9, p. 3746–3752, 2011.
- [12] Q. Liu, E. Schlangen, A. Garcia and M. Ven, "Induction heating of electrically conductive porous asphalt concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 24, p. 1207–1213, 2010.
- [13] A. Garcia, E. Schlangen, M. van de Ven and D. van Vliet, "Induction heating of mastic containing conductive fibers and fillers," *Materials and Structures*, vol. 44, no. 2, p. 499–508, 2011.
- [14] Q. Dai, Z. Wang and M. R. Mohd Hasan, "Investigation of induction healing effects on electrically conductive asphalt mastic and asphalt concrete beams through fracture-healing tests," *Construction and Building Materials*, vol. 49, p. 729–737, 2013.
- [15] A. Garcia, M. Bueno, J. Norambuena-Contreras and M. N. Partl, "Induction healing of dense asphalt concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 49, pp. 1–7, 2013.

- [16] P. Apostolidis, X. Liu, T. Scarpas, C. Kasbergen and M. Ven, "Advanced Evaluation of Asphalt Mortar for Induction Healing Purposes," *Construction and Building Materials*, vol. 126, p. 9–25, 2016.
- [17] M. A. Franesqui, J. Yepes and C. Garcia-Gonzalez, "Top-down cracking self-healing of asphalt pavements with steel filler from industrial waste applying microwaves," *Construction and Building Materials*, 2017.
- [18] A. González, J. Norambuena-Contreras, L. Storey and E. Schlangen, "Effect of RAP and fibers addition on asphalt mixtures with self-healing properties gained by microwave radiation heating," *Construction and Building Materials*, p. 164–174, 2018.
- [19] Z. H. P. Zhu Sh and H. Fan Zh, "Study on macroscopic fracture healing performance of asphalt mixture based on SCB test," *Building and Material*, pp. 426-432, 2018.
- [20] A. A. Al-Ohaly and R. L. Terrel, "Effect of microwave heating on adhesion and moisture damage of asphalt mixures," 1988.
- [21] Y. Sun, Q. Liu, S. Wu and F. Shang, "Microwave Heating of Steel Slag Asphalt Mixture," *Key Engineering Materials*, vol. 599, p. 193–197, 2014.
- [22] E. Jeoffroy, F. Bouville, M. Bueno, A. R. Studart and M. N. Partl, "Iron-based particles for the magnetically-triggered crack healing of bituminous materials," *Construction and Building Materials*, vol. 164, p. 775–782, 2018.
- [23] J. Sias and Y. Kim, "Laboratory Evaluation of Fatigue Damage and Healing of Asphalt Mixtures," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 13, 2001.
- [24] A. Garcia, J. Norambuena-Contreras, M. N. Partl and P. Schuetz, "Uniformity and mechanical properties of dense asphalt concrete with steel wool fibers," *Construction and Building Materials*, vol. 43, p. 107–117, 2013.
- [25] H. Zhu, H. Yuan, Y. Liu, S. Fan and Y. Ding, "Evaluation of Self-Healing Performance of Asphalt Concrete for Macrocracks via Microwave Heating," *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2020.
- [26] H. Xiang, Z. He, L. Chen, H. Zhu and Z. Wang, "Key Factors and Optimal Conditions for Self-Healing of Bituminous Binder," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 31, 2019.
- [27] Q. Liu, E. Schlangen, M. van de Ven, G. van Bochove and J. van Montfort, "Evaluation of the induction healing effect of porous asphalt concrete through four point bending fatigue test," *Construction and Building Materials*, vol. 29, p. 403–409, 2012.

## A THEORETICAL RESEARCH FOR THE ANTICANCER PROPERTIES OF VITAMIN D

Faik GÖKALP

Assoc. Prof., Kırıkkale University, Education Faculty, Department Of Mathematics and Science Education,  
ORCID ID: 0000-0003-4363-3839

### ABSTRACT

Vitamin D is a promising target in the treatment of bone and mineral especially cancer disorders (1). It is an important therapeutic agent for inhibiting prostate cancer. It regulates prostate cell (2). Cholesterol is required to produce Vit-D with the sun exposure docking complex of HMG-CoA Reductase (PDB id: 1DQ8) (3) downloaded from RCSB PDB (doi: 10.2210/pdb1dq8/pdb) (4). Vitamin D is expressed as a group of sterols that dissolve in fat but do not dissolve in water and act as a hormone-like because it reaches every organ and tissue through its receptors and performs important functions (5). Vitamin D deficiency is an increasing health problem in the world. One of the risk factors for colorectal cancer is due to low vitamin D levels. The active form of vitamin D is 1,25-Dihydroxycholecalciferol, known as calcitriol (6). Vitamin D shows its negative effects on cancer cells through programmed cell death, in other words apoptosis (7). In this study, the inhibition effect of vitamin D on cancer pathways was determined by comparing it with the docking scores. Vitamin D is an important study in terms of determining the inhibition effect on cancer cell receptors as a ligand and directing experimental studies by preventing loss of time and material.

**Key words:** Vitamin D, cancer, docking

### References

1. Yamada S, Makishima M. Structure-activity relationship of nonsteroidal vitamin D receptor modulators. *Trends Pharmacol Sci.* 2014 ; 35(7):324-37.
2. Karlsson, A., Olausson, J., Lundh, D., Sögar, P., Mandal, A., Holmström, K.O., Stahel, A., Bengtsson, J., Larsson, D., Vitamin D and prostate cancer: The role of membrane initiated signaling pathways in prostate cancer progression, *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 2010; 121-1–2 413-416.
3. Chandran, M., George, S., Santhalingam, K., Gangwar, P., Krishnakumar, K., Molecular docking Studies of 2 $\alpha$ -Hydroxyursolic acid derivatives for hypercholesterolemia, *Int. J. PharmTech Res.* 2011; 3(3), 1576-1581.
4. Istvan ES, Palnitkar M, Buchanan SK, Deisenhofer J. Crystal structure of the catalytic portion of human HMG-CoA reductase: insights into regulation of activity and catalysis. *EMBO J.* 2000 ; 19(5):819-30. Arı, M . (2021). Vitamin D ve Antikanseröjenik Etkileri . Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi , 5 (1) , 136-146.
5. Aksu, B, Sarıyer, E., Colorectal Cancer and Vitamin D. *Journal of Health Services and Education*, 2020; 4 (2), 39-44.
6. Terli, E , Mutlu, F , Uluçay, C , Kılıç, N , Akkır, M , Atılğan, O , Özgün, E , Kabadere, S ., Vitamin D: Structure, Synthesis and Importance in Various Diseases. *Turkish Medical Students Research Journal*, 2019; 1 (1) , 1-6.

### INTRODUCTION

Vitamin D is a promising target in the treatment of bone and mineral disorders, cancer (Yamada, and Makishima, 2014). It is an important therapeutic agent for inhibiting prostate cancer. It regulates prostate cell (Andra et al., 2010). Cholesterol is required to produce Vit-D with the sun exposure

docking complex of HMG-CoA Reductase (pdb id: 1DQ8) (Meena et al.,2010). downloaded from RCSB PDB (DOI: 10.2210/pdb1DQ8/pdb) (Istvan et al.,2010).

Vitamin D is expressed as a group of sterols that dissolve in fat but do not dissolve in water and act as a hormone-like because it reaches every organ and tissue through its receptors and performs important functions (Ari,2021) Vitamin D deficiency is an increasing health problem in the world. One of the risk factors for colorectal cancer is due to low vitamin D levels. The active form of vitamin D is 1,25-Dihydroxycholecalciferol, known as calcitriol (Aksu, and Sariyer,2020). Vitamin D shows its negative effects on cancer cells through programmed cell death, in other words apoptosis (Terli et al.,2019).

Vitamin D is expressed as a group of sterols that dissolve in fat but do not dissolve in water and act as a hormone-like because it reaches every organ and tissue through its receptors and performs important functions (Ari,2021) .Vitamin D deficiency is an increasing health problem in the world. One of the risk factors for colorectal cancer is due to low vitamin D levels. The active form of vitamin D is 1,25-Dihydroxycholecalciferol, known as calcitriol (Aksu, and Sariyer,2020).

Colston et al. (1981) observed a dose-dependent reduction in the growth rate of melanoma cells treated with vitamin D (Colston et al.,1981). Vitamin D has protective effects against many diseases and cancer types (Akkoyun et al.,2014).Vitamin D shows its negative effects on cancer cells through programmed cell death, in other words apoptosis (Terli et al.,2019).

## MATERIALS AND METHOD

In this study, the inhibition effect of vitamin D on various pathways in cancer mechanisms was investigated by using the energy score values obtained with the docking (Ritchie, 2008) method, which gives results close to experimental studies and is a guide in experimental studies.

## RESULTS AND DISCUSSION

BAL101553 and the prodrug of BAL27862 are important reference molecules for points in cancer metabolism (The interaction of Vitamin D with various cancer cells by comparing the standard BAL27862 and BAL101553 doking scores is given in Table 1.

**Table1.** The interaction docking scores of Vitamin D with various cancer cells and standard BAL27862 and BAL101553.

| LIGANDS/RECEPTORS | COX-2<br>active site-<br>3ln1 | human<br>prostate-<br>3qum | pancreatic<br>alpha-<br>amylase-<br>1hny | SARS-CoV-<br>2<br>main<br>protease-<br>6y84 | Human<br>Hmg-Coa<br>Reductase<br>-1dq8 |
|-------------------|-------------------------------|----------------------------|--|---|--|
|                   | (1)                           | (2)                        | (3)                                      |   | (4)                                    |
| VITAMIN-D         | -1438.74                      | -474.25                    | -1177.00                                 | -992.41                                     | -481.42                                |
| BAL27862          | <b>-70.06</b>                 | <b>26757.27</b>            | <b>-711.04</b>                           | <b>-539.44</b>                              | <b>31115.06</b>                        |
| BAL101553         | <b>-755.70</b>                | <b>-384.90</b>             | <b>-457.48</b>                           | <b>-728.72</b>                              | <b>-422.73</b>                         |

As shown in Table 1:

When we compare the inhibition docking scores of vitamin D with reference drugs;

For COX-2 active site-3ln1;

VITAMIN-D > BAL101553 > BAL27862

For human prostate-3qum;

VITAMIN-D > BAL101553 > BAL27862

For pancreatic alpha-amylase-1hny;

VITAMIN-D > BAL27862 > BAL101553

For Human Hmg-Coa Reductase -1dq8;

VITAMIN-D > BAL101553 > BAL27862

For SARS-CoV-2 main protease-6y84;

VITAMIN-D > BAL101553 > BAL27862

As a result of the values in this table; Vitamin-D appears to be very effective in interacting and inhibiting amino acid residues in the specified cancer pathway as well as reference drugs used as standard.

It can be concluded that this interaction is polar, hydrophobic and hydrogen bond interaction through functional groups. The inhibition effect of vitamin D on cancer metabolism can be explained by these interactions. (19-21).

## CONCLUSIONS

Vitamin D, which has important functions on metabolism, has been given above its inhibitory effect on cancer pathways. It is understood from these values that; The inhibition effect of vitamin D on cancer cells is important to be close to reference standards, both to guide experimental studies and to give hope to cancer patients.

## ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by Kırıkkale University Scientific Research Projects Coordination Unit, project number (2020/062).

## REFERENCES

- Akkoyun, H, Bayramoğlu, M, Ekin, S, Çelebi, F. (2014). Vitamin D And Its Importance For Metabolism. *Atatürk University Journal of Veterinary Sciences*, 9-3.
- Aksu, B., Saryyer, E., (2020). Colorectal Cancer and Vitamin D. *Journal of Health Services and Education*, 4 (2), 39-44.
- Andra, K., Josefin, O., Dan, L., Peter, S., Abul, M., Kjell-Ove, H., Anette, S., Jenny, B., Dennis, L., (2010) Vitamin D and prostate cancer: The role of membrane initiated signaling pathways in prostate cancer regression, *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 121, 1-2, 2010, 413-416.
- Arı, M . (2021) Vitamin D and Anticarcinogenic Effects. *Journal of Adnan Menderes University Faculty of Health Sciences*, 5 (1), 136-146.
- Colston, K., Colston, M. J., Feldman, D. (1981). 1, 25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> and malignant melanoma: the presence of receptors and inhibition of cell growth in culture. *Endocrinology*, 108(3), 1083-1086.
- Gökalp, F., (2020) The inhibition effect of natural food supplement active ingredients on TP63 carcinoma cell, *Medical Oncology* 37 (12), 1-4.
- Gökalp, F., (2021) The effective natural compounds for inhibiting Cervical cancer, *Medical Oncology* 38 (2), 1-4.
- Gökalp, F., (2020) The investigation of the healing effect of active ingredients in traditional medicinal plants on lung cancer, *Medical Oncology* 37 (11), 1-4.
- Istvan, E.S., Palnitkar, M., Buchanan, S.K., Deisenhofer, J., (2000) Crystal structure of the catalytic portion of human HMG-CoA reductase: insights into regulation of activity and catalysis. *Embo J.*, 19(5):819-30. doi: 10.1093/emboj/19.5.819. Pmid: 10698924; Pmcid: Pmc305622.
- Juanita, S.L., Rebecca, S., Kristeleit, R. R., Noor, MdH., Mariana, S., Paul, J. M., Donna, C., Saira, B., Caterina, A., Alison, L. H., Stephanie, A., Marc, E., Thomas, K., Patrice, L., Phil, McK., TR Jeffrey E., Elizabeth, P., (2019) Phase 1/2a study of once daily oral BAL101553, a novel tumor checkpoint controller (TCC), in adult patients with progressive or recurrent glioblastoma (GBM) or high-grade glioma. *Journal of Clinical Oncology*, 37:15\_suppl, 2025-2025.
- Meena, C., Shiny, G., Kumaran, S., Pallavi, G., K Krishnakumar, (2011) Molecular docking Studies of 2 $\alpha$ -Hydroxyursolic acid derivatives for hypercholesterolemia, *Int.J. PharmTech Res.*, 3(3) p 1576-1581.
- Ritchie, D.W., (2008) Recent Progress and Future Directions in Protein-Protein Docking, *Curr. Prot. Pep. Sci.* 9(1), 1-15.
- Terli, E., Mutlu, F., Uluçay, C., Kılıç, N., Akkır, M., Atılgan, O., Özgün, E., Kabadere, S. (2019) Vitamin D: Structure, Synthesis and Importance in Various Diseases. *Turkish Medical Students Research Journal*, 1 (1) , 1-6.
- Yamada, S., Makishima, M., (2014) Structure-activity relationship of nonsecosteroidal vitamin D receptor modulators. *Trends Pharmacol Sci.* 2014 Jul;35(7):324-37. doi: 10.1016/j.tips.2014.04.008. Epub 2014 May 25. Pmid: 24865943.

## TEKSTİL ATIKSUYUNUN ADSORPSİYON VE MEMBRAN FİLTASYON HİBRİT SİSTEMİ İLE ARITIMI

### TREATMENT OF TEXTILE WASTEWATER WITH ADSORPTION AND MEMBRANE FILTRATION HYBRID SYSTEM

**Deniz İzlen ÇİFÇİ**

Doç. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, (sorumlu yazar)

**Ali Rıza DİNÇER**

Doç. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

**Feriha KARACA**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

#### ÖZET

Tekstil endüstrisi su tüketimi en yüksek olan endüstrilerden biri olup, oluşan atıksuda çeşitli kimyasal, boya ve tuz içeriğinden dolayı arıtımı oldukça önemlidir. Yaygın olarak kullanılan arıtma sistemlerinin çoğu renk giderimi sağlamamakta ve bu arıtılmış sularının geri kazanılarak proses içerisinde tekrar kullanımı mümkün olamamaktadır. Adsorpsiyon prosesi tekstil endüstrisi gibi renk içeriğine sahip atıksularda organik madde ve renk giderimi için kullanılan yaygın proseslerden biridir. Aktif karbon yüksek maliyetine rağmen organik madde ve renk gideriminde oldukça yüksek giderim verimi sağlayan bir adsorban olduğundan, adsorpsiyon prosesinde en çok tercih edilen adsorbanlardan biridir. Yine de aktif karbon ile adsorpsiyon prosesi, çeşitli metal ve tuz içeriği bulunması ve aktif karbonun tam olarak çöktürülerek arıtılmış sudan ayrılmamasından dolayı arıtılan atıksuyunun geri kazanılarak tekrar kullanımı mümkün olamamaktadır. Membran filtrasyon sistemleri atıksu arıtımı ve geri kazanımında oldukça yaygın kullanılan bir sistem olup, bu sistemde filtrenin tıkanması ve dolayısı ile akı problemi en önemli işletme sorunudur. Bu yüzden de membran filtrasyon öncesinde atıksuyun ön arıtımı ve membran filtrasyona gelen kirlilik yükünün azaltılması önemli olmaktadır.

Bu çalışmada boyama faaliyeti gösteren tekstil endüstrisi atıksuyunun adsorpsiyon ve membran filtrasyon hibrit sistem ile arıtımı araştırılmıştır. Çalışmada adsorban olarak toz aktif karbon kullanılmış olup, aktif karbon dozu ve atıksu pH değerininin adsorpsiyonda KOİ ve renk giderimine etkisi araştırılmıştır. En iyi KOİ ve renk giderimi sağlanan aktif karbon dozu ve pH değerinde arıtılan su NP010 nanofiltrasyon prosesinde 5 bar basınç altında arıtılarak akı değerleri ve KOİ ve renk giderimi incelenmiştir. Adsorpsiyon prosesinde en iyi organik madde ve renk giderimi pH 5 değerinde ve 5 g/L aktif karbon dozunda elde edilmiş olup, bu koşullarda arıtım sonrasında %77,5 KOİ, %97,9 UV<sub>254</sub>, %97,6 UV<sub>280</sub>, %97,1 RES-436, %97,5 RES-525, %97,7 RES-620 giderimi elde edilmiştir. NP010 nanomembranı ile 5 bar basınç altında 60 dakikada toplam akı değeri ise 153,3 L/m<sup>2</sup>.sa olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** adsorpsiyon, atıksu arıtımı, membrane filtrasyon, tekstil atıksuyu

#### ABSTRACT

The textile industry is one of the industries with the highest water consumption, and its treatment is very important due to the content of various chemicals, dyes and salt in the wastewater. Most of the commonly used treatment systems do not provide color removal and it is not possible to recover these treated water and reuse it in the process. The adsorption process is one of the common processes used for the removal of organic matter and color in wastewater with color content such as the textile industry. Activated carbon is one of the most preferred adsorbents in the adsorption process despite its high cost, since it is an adsorbent that provides high removal efficiency in organic matter and color removal.



Nevertheless, it is not possible to recover and reuse the treated wastewater by the adsorption process with activated carbon due to the presence of various metal and salt content, and the fact that the activated carbon cannot be totally separated from the treated wastewater by precipitation. Membrane filtration systems are a widely used system in wastewater treatment and recovery, and the clogging of the filter and thus the flux problem in this system is the most important operational problem. Therefore, it is important to pre-treatment the wastewater before membrane filtration and to reduce the pollution load on the membrane filtration.

In this study, the treatment of textile industry wastewater, which has dyeing activity, with adsorption and membrane filtration hybrid system was investigated. Powder activated carbon was used as adsorbent in the study, and the effect of activated carbon dose and wastewater pH value on COD and color removal in adsorption were evaluated. After wastewater were treated the best COD and color removal conditions by adsorption, treated wastewater were recovery under 5 bar pressure in the NP010 nanofiltration process, and the flux values and COD and color removal were investigated. In the adsorption process, the best organic matter and color removal was achieved at pH 5 and at 5 g/L activated carbon, and 72.7% COD, 97.9% UV<sub>254</sub>, 97.6% UV<sub>280</sub>, 97.1% RES-436, 97.5% RES-525, 97.7% RES-620 removal were achieved in the textile wastewater. With the NP010 nanomembrane under 5 bar pressure, the total flux value in 60 minutes was determined as 153.3 L/m<sup>2</sup>.h.

**Keywords:** adsorption, wastewater treatment, membrane filtration, textile wastewater

## 1. GİRİŞ

Adsorpsiyon prosesi tekstil endüstrisi gibi renk içeren atıksuların arıtımında ve renk gideriminde kullanılan yaygın proseslerden biridir (Bazrafshan vd., 2016). Diğer atıksulardan renk gideren metotlar ile karşılaştırıldığında adsorpsiyon prosesi, ilk yatırım maliyetinin daha ekonomik olması, tasarım ve işletme kolaylığı ve yüksek giderim verimi gibi avantajlara sahiptir (Fito vd., 2020). Aktif karbon yüksek maliyetine rağmen, atıksu arıtımında organik madde, renk ve metal gibi kirleticilerin yüksek giderim sağlamasından dolayı en yaygın kullanılan adsorbandır (Mahmoodi vd., 2011).

Membran filtrasyon içme suyu arıtımı, atıksu arıtımı ve geri kazanımında umut verici bir metot olup, birçok atıksuyun arıtımında ve geri kazanımında kullanılabilir (Harrelkasa vd., 2009). Tekstil atıksularının geri kazanımında mikrofiltrasyon (MF), ultrafiltrasyon (US), nanofiltrasyon (NF) ve ters osmoz (TO) gibi membranlar başınca çalışan ve yaygın kullanılan membranlardır (Lopez vd., 1999). Membranlar arasında nanofiltrasyon (NF), düşük moleküler ağırlıklı organik bileşikler ve iki değerlikli tuzları etkili bir şekilde atıksudan ayırabilmektedir (Marcucci vd., 2001). Yapılan çalışmalarda, tekstil atıksularının membran filtrasyonu ile geri kazanımı mümkün olduğu ortaya konulmuştur (Lu vd., 2010; Tang ve Chen, 2002). Buna rağmen nanofiltrasyon membranının çabuk kirlenmesini ve tıkanmasını önlemek ve daha ekonomik hale getirmek için ön arıtma alternatiflerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir (Gozálvez-Zafrilla vd., 2008).

Bu çalışmanın amacı, tekstil endüstrisi atıksuyunun adsorpsiyon ve sonrasında membran prosesi ile arıtılabilirliğinin araştırılmasıdır. Adsorpsiyon prosesinde en iyi KOİ giderimi sağlanan pH değeri ve aktif karbon miktarı belirlenmiştir. Sonrasında en iyi KOİ giderimi sağlanan pH ve aktif karbon miktarında hazırlanan atıksuyun membran prosesi ile ileri arıtımı araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Tekstil atıksuyu

Tekstil endüstrisi atıksuyu Çorlu-Tekirdağ bölgesinde bulunan boyama faaliyeti gösteren bir tekstil fabrikasının dengelenen havuzundan alınmıştır. Alınan tekstil endüstrisi atıksuyunun özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Tekstil atıksuyunun toplam ve çözünmüş KOİ konsantrasyonu sırasıyla 425 ve 344 mg/L olup, atıksu ayrıca 117 mg/L AKM ve 76 mg/L UAKM konsantrasyonuna sahiptir.

**Tablo 1.** Tekstil atıksuyunun özellikleri

| Parametre          | Birim | Konsantrasyon |
|--------------------|-------|---------------|
| Toplam KOİ         | mg/L  | 425±9         |
| Çözülmüş KOİ       | mg/L  | 344±14        |
| AKM                | mg/L  | 117±2         |
| UAKM               | mg/L  | 76±5          |
| NH <sub>4</sub> -N | mg/L  | 54±0,4        |

## 2.2. Adsorpsiyon Prosesi

Adsorpsiyon çalışmaları Jar Test cihazında yapılmıştır. Adsorpsiyon çalışmaları 600 mL beher içerisinde 500 mL atıksu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalarda öncelikle en iyi KOİ giderimi sağlanan pH değeri araştırılmıştır. Bunun için 500 mL atıksu içerisine 2,5 g aktif karbon konulmuş ve atıksuyun pH'ı 3, 5, 7, 8, 9 ve 11 değerlerine H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve NaOH kullanılarak pH metre yardımı ile ayarlanmıştır. Daha sonra Jar Test cihazında 45 rpm hızda 60 dakika adsorpsiyon gerçekleştirilmiş ve sonrasında 30 dakika çökeltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Çökeltme sonrasında üst fazdan numune alınarak KOİ ve renk analizi yapılmıştır.

En iyi KOİ giderimi sağlanan pH değeri belirlendikten sonra en iyi aktif karbon miktarının belirlenmesi için 500 mL atıksu içerisine 0,5 g, 1 g, 1,5 g, 1,75 g, 2 g ve 2,25 g aktif karbon konulmuş ve atıksuyun pH'ı 5 değerine ayarlanmıştır. Daha sonra Jar Test cihazında 45 rpm hızda 60 dakika adsorpsiyon gerçekleştirilmiş ve sonrasında 30 dakika çökeltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Çökeltme sonrasında üst fazdan numune alınarak KOİ ve renk analizi yapılmıştır.

## 2.3. Membran filtrasyon

Nanofiltrasyon ünitesi Şekil 1'de verilmiştir. Laboratuvar ölçekli nanofiltrasyon sistemi, giriş atıksu haznesi, diyaframli pompa, nanofiltrasyon ünitesi, giriş çıkış basınç göstergeleri, basınç kontrol vanaları ve süzöntü suyu haznesinden oluşmaktadır.



Şekil 1. Laboratuvar Ölçekli Nanofiltrasyon ünitesi

Membran filtrasyon çalışmasında tekstil atıksuyunun adsorpsiyon ile arıtımı sonrası arıtılmış atıksu kullanılmıştır. Adsorpsiyon prosesinde en iyi KOİ ve renk giderimi pH 5 değerinde ve 2,5 g aktif karbon miktarında 1 saat adsorpsiyon ile gerçekleştirilmiş olup bu şekilde arıtılan su membran çalışmalarında kullanılmıştır. Membran çalışmasında NP010 tipi nanofiltrasyon membranı kullanılmış olup, 5 bar basınç altında arıtım yapılmıştır.

## 2.4. Analiz metotları

Deneyisel çalışmalarda üst fazdan alınan numuneler 4000 rpm hızda 5 dak santrifüj edildikten sonra KOİ ve renk analizi yapılmıştır. KOİ deneyleri kapalı reflux-titrimetrik metod (APHA 5220C) metodu ile renk ise RES-436, RES-525 ve RES-620 olarak UV-Vis spektrofotometre (Shimadzu UV-2401 PC) ile analiz edilmiştir.

Ayrıca tekstil endüstrisi atıksuyunun özellikleri toplam KOİ ve çözünmüş KOİ (APHA 5220C), pH (WTW 3210i), AKM ve UAKM (APHA 2540B ve E), amonyum azotu (NH<sub>4</sub>-N) (APHA-4500-NH<sub>3</sub>C) analizleri yapılarak belirlenmiştir.

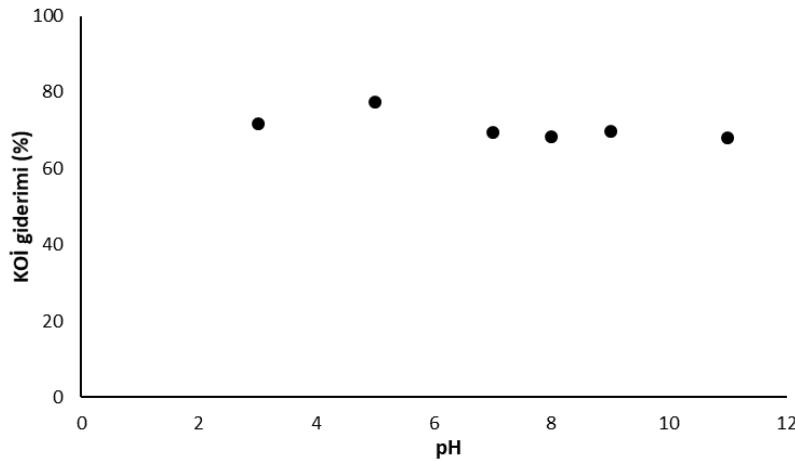
## 3. DENEYSEL BULGULAR

### 3.1. Tekstil atıksuyunun adsorpsiyon prosesi arıtımı

Tekstil atıksuyunun adsorpsiyon prosesi ile arıtımında pH ve aktif karbon miktarının KOİ ve renk giderimlerine etkisi araştırılmıştır.

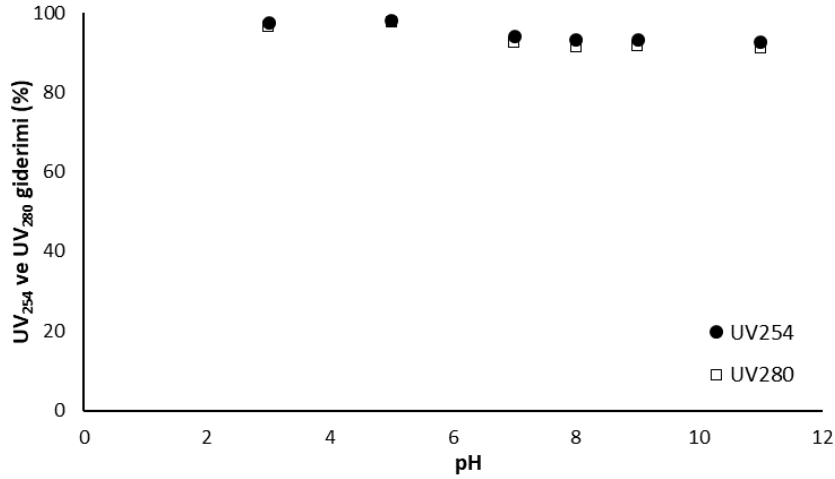
#### 3.1.1. Adsorpsiyon prosesinde pH etkisi

Tekstil atıksuyunun adsorpsiyon prosesi ile arıtımında farklı pH değerlerinin arıtma etkisinin belirlenmesi amacıyla 2,5 g aktif karbon miktarında pH 3, 5, 7, 8, 9 ve 11 değerlerinde deneysel çalışma yapılmıştır. Farklı pH değerlerinde elde edilen KOİ giderim verimleri Şekil 2’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere pH 3 değerinden 5 değerine arttırıldığında KOİ giderimi %71,8’den %77,5’e artmıştır. pH değerinin 7 ve üzerinde ise KOİ gideriminde azalma gözlenmiştir. pH 7, 9 ve 11 değerlerinde sırasıyla %69,4, %69,9 ve %67,9 KOİ giderimi elde edilmiştir.



Şekil 2. Farklı pH değerlerinde elde edilen KOİ giderim verimleri (Aktif karbon: 2,5 g, adsorpsiyon süresi: 60 dak)

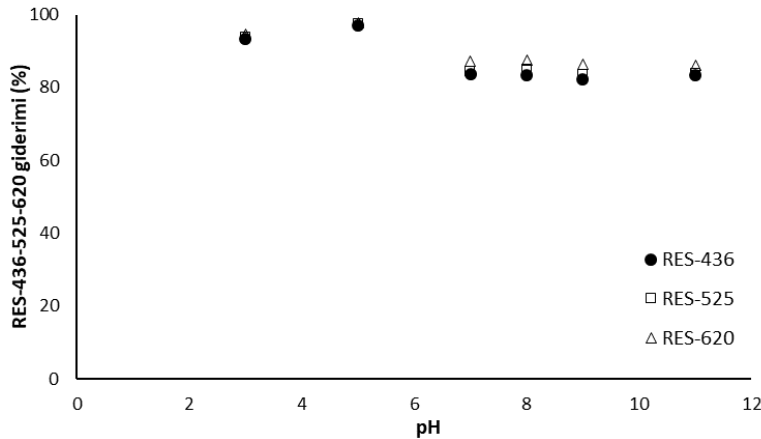
Farklı pH değerlerinde UV<sub>254</sub> ve UV<sub>280</sub> giderimi Şekil 3’de verilmiştir. UV<sub>254</sub> gideriminde pH değişiminin önemli etkisi gözlenmezken, pH 3 ve 5 değerlerinde sırasıyla %97,4 ve %97,9 UV<sub>254</sub> giderimi elde edilmiştir. pH 7-11 aralığında UV<sub>254</sub> giderimi ise %93-94 civarındadır.



**Şekil 3.** Farklı pH değerlerinde elde edilen UV<sub>254</sub> ve UV<sub>280</sub> giderim verimleri (Aktif karbon: 2,5 g, adsorpsiyon süresi: 60 dak)

UV<sub>280</sub> giderimi ise pH 3'den 5'e arttırıldığında %96,6'dan %97,6 değerine artmış ancak pH 7-11 aralığında %91-92 aralığına düşmüştür. pH 3-5 gibi asidik ortamlarda UV<sub>254</sub> ve UV<sub>280</sub> gideriminde KOİ giderimine paralel olarak daha fazla olduğu görülmektedir.

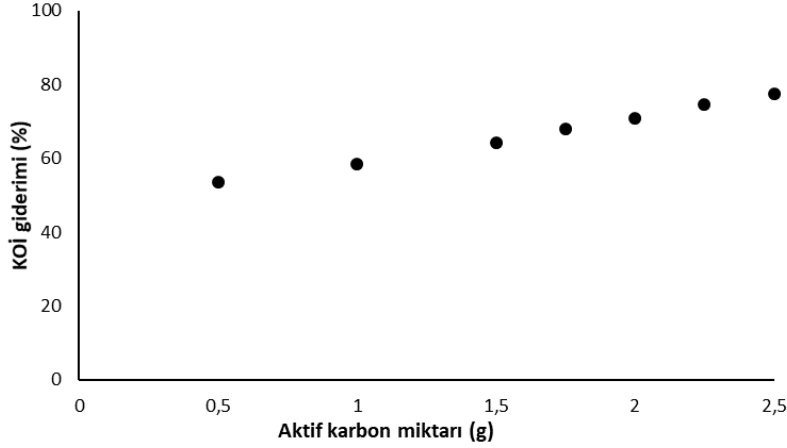
Farklı pH değerlerinde renk (RES-436, RES-525, RES-620) giderim verimleri Şekil 4'de verilmiştir. Renk giderim verimleri de KOİ, UV<sub>254</sub> ve UV<sub>280</sub> giderimlerine paralel olarak asidik ortamda daha yüksek ve pH 7-11 aralığında daha düşük olduğu görülmektedir. pH 3 değerinde RES-436, RES-525 ve RES-620 giderimleri sırasıyla %93,4, %93,7 ve %94,6 olarak elde edilirken, pH 5 değerinde sırasıyla %97,1, %97,5 ve %97,7 olarak elde edilmiştir. pH 7-11 aralığında ise RES-436 giderimi %82-84, RES-525 giderimi %84-85 ve RES-620 giderimi %86-87 aralığında değişim göstermiştir.



**Şekil 4.** Farklı pH değerlerinde elde edilen renk (RES-436, RES-525, RES-620) giderim verimleri (Aktif karbon: 2,5 g, adsorpsiyon süresi: 60 dak)

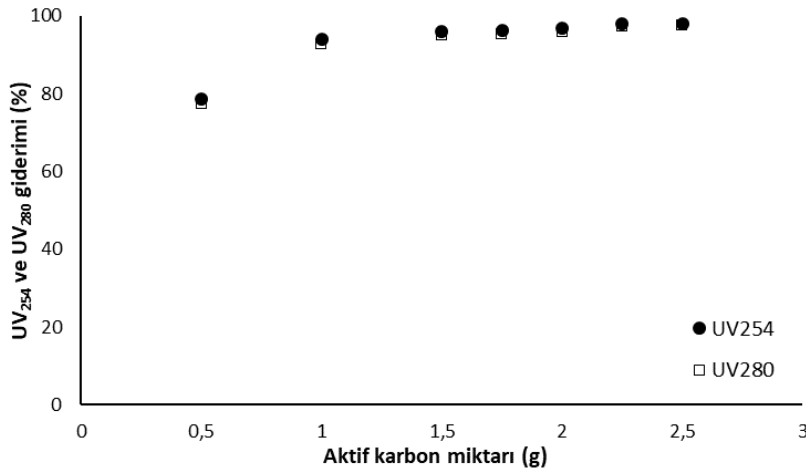
### 3.1.2. Adsorpsiyon prosesinde aktif karbon miktarı etkisi

Aktif karbon miktarının tekstil atıksuyunun arıtımına etkisinin belirlenmesi amacıyla, pH 5 değerinde 0,5 g, 1 g, 1,5 g, 1,75 g, 2 g, 2,25 g ve 2,5 g aktif karbon miktarlarında arıtım çalışmaları gerçekleştirilmiş olup, elde edilen KOİ giderim verimleri Şekil 5'de verilmiştir. Aktif karbon miktarı arttıkça KOİ gideriminde artış gözlenmektedir olup, 0,5 g aktif karbon miktarında %53,6 KOİ giderimi elde edilirken, 2,5 g aktif karbon miktarında KOİ giderimi %77,5 değerine artmıştır. Aktif karbon miktarı 2,25 g iken ise KOİ giderimi %74,6 olarak elde edilmiştir.



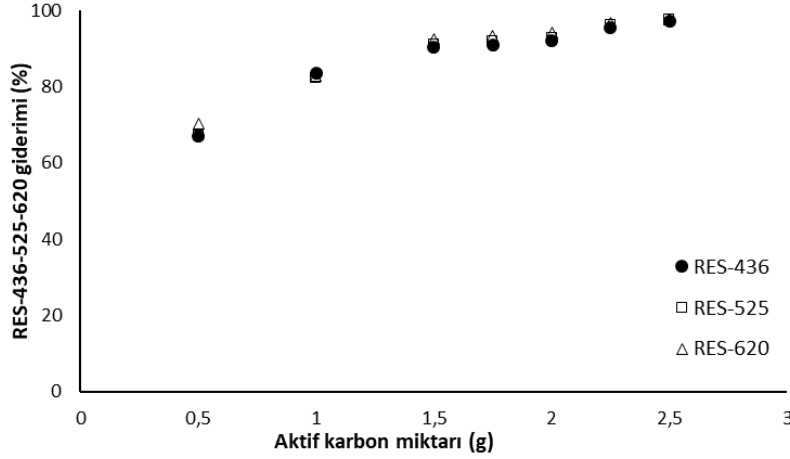
**Şekil 5.** Farklı aktif karbon miktarlarında elde edilen KOİ giderim verimleri (pH: 5, adsorpsiyon süresi: 60 dak)

Farklı aktif karbon miktarlarında elde edilen  $UV_{254}$  ve  $UV_{280}$  giderimi Şekil 6'da verilmiştir. Aktif karbon miktarı 0,5 g'dan 1 g'a arttırıldığında  $UV_{254}$  giderimi %78,6'dan %93,9'a artmış,  $UV_{280}$  giderimi ise %77,5'den %92,7'ye yükselmiştir. 1,5 g aktif karbon miktarında ise  $UV_{254}$  ve  $UV_{280}$  giderim verimleri sırasıyla %95,9 ve %94,9 olarak elde edilmiştir. Aktif karbonun 1,5 g değerinden sonra arttırılması ise giderim verimlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir.



**Şekil 6.** Farklı aktif karbon miktarlarında elde edilen  $UV_{254}$  ve  $UV_{280}$  giderim verimleri (pH: 5, adsorpsiyon süresi: 60 dak)

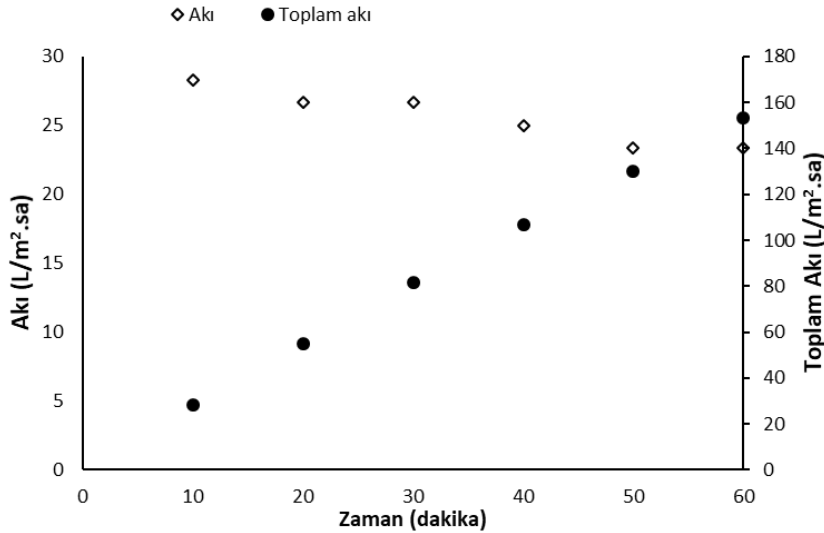
Farklı aktif karbon miktarlarında renk (RES-436, RES-525 ve RES-620) giderimleri Şekil 7'de verilmiştir. Renk giderim verimleri KOİ gideriminde olduğu gibi 0,5 g değerinden 2,5 değerine kadar aktif karbon miktarını arttırdıkça artmaktadır. 0,5 g aktif karbon miktarında RES-436, RES-525 ve RES-620 giderimleri sırasıyla %67,0, %67,3 ve %70,3 olarak elde edilmiştir. Aktif karbon miktarı 2,25 g ve 2,5 g değerlerinde ise RES-436 giderimi %95,5 ve %97,1, RES-525 giderimi %96,1 ve %97,5, RES-620 giderimi ise %96,9 ve 97,7 olarak elde edilmiştir.



Şekil 7. Farklı aktif karbon miktarlarında elde edilen renk (RES-436, RES-525, RES620) giderim verimleri (pH: 5, adsorpsiyon süresi: 60 dak)

### 3.2. Adsorpsiyon prosesinde arıtılan tekstil atıksuyunun membran proses ile arıtımı

Tekstil atıksuyunun adsorpsiyon prosesi ile arıtımında farklı pH ve aktif karbon miktarlarında arıtım çalışmaları yapılmış olup, en iyi KOİ, UV<sub>254</sub>, UV<sub>280</sub> ve renk (RES-436, RES-525, RES-620) giderimlerinin pH 5 değerinde 2,5 g aktif karbon miktarında olduğu görülmüştür. Tekstil atıksuyunun bu koşullarda arıtılmasında sonra ise membran filtrasyon ile ileri atıksu arıtımı ve su geri kazanımı araştırılmıştır. Membran filtrasyon NP010 tipi nanofiltrasyon membran ile bar basınç altında gerçekleştirilmiş olup, akı ve toplam akı değerleri Şekil 8’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere ilk 10 dakikada 28,3 L/m<sup>2</sup>.sa akı elde edilirken, zamana bağlı olarak akı değerleri azalmıştır. 60 dakikada toplam akı değeri ise 153,3 L/m<sup>2</sup>.sa olarak elde edilmiştir. NP010 nanofiltrasyon membranı ile 5 bar basınç altında 60 dakika sonunda %87,6 KOİ, %89,3 RES-436, %94,0 RES-525 ve %94,0 RES-620 giderimi elde edilmiştir.



Şekil 8. Tekstil atıksuyunun adsorpsiyon sonrası membran ile arıtımında akı değerleri (Membran: NP010, basınç: 5 bar)

Tekstil atıksuyunun aktif karbon ile adsorpsiyon ve nanofiltrasyon hibrit sistemi ile arıtımında KOİ giderim verimi %97,2 ve RES-436, RES-525 ve RES-620 ise sırasıyla %99,8, %99,9 ve %99,9 olarak elde edilmiştir. Membran filtrasyon arıtımı sonrası 60 dakika sonunda arıtılmış suyun KOİ değeri 12±4 mg/L, RES-436, RES-525 ve RES-620 ise sırasıyla 0,9 m<sup>-1</sup>, 0,5 m<sup>-1</sup> ve 0,5 m<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. ZDHC 2021 (Zero Discharge of Hazardous Chemicals, Tehlikeli kimyasalların sıfır deşarjı) programına göre tekstil endüstrisi atıksularının arzu edilen deşarj değerleri KOİ 40 mg/L, RES-436, RES-525 ve RES-620 ise sırasıyla 2 m<sup>-1</sup>, 1 m<sup>-1</sup> ve 1 m<sup>-1</sup> olarak verilmektedir. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar

neticesinde tekstil atıksuyunun sadece adsorpsiyon prosesi ile arıtımında iyi KOİ ve renk giderimi elde edilmesine rağmen ZDHC programına göre isetenilen değerlere ulaşamadığı görülmüştür. Ancak adsorpsiyon sonrası nanofiltrasyon ile istenilen deşarj değerlerine ulaşılabilir.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada tekstil atıksuyunun adsorpsiyon ve membran filtrasyon hibrit sistemi ile arıtımı araştırılmıştır. Adsorpsiyon çalışmalarında en yüksek KOİ, UV<sub>254</sub>, UV<sub>280</sub> ve renk (RES-436, RES-525, RES-620) gideriminin pH 5 değerinde gerçekleştiği ve pH arttıkça giderim veriminde düşüş gözlenmiştir. Aktif karbon adsorpsiyon dozu arttıkça KOİ, UV<sub>254</sub>, UV<sub>280</sub> ve renk (RES-436, RES-525, RES-620) giderimi artmıştır. pH 5 ve 2,5 g/500 mL (5 g/L) aktif karbon dozunda KOİ, UV<sub>254</sub>, UV<sub>280</sub>, RES-436, RES-525, RES-620 giderim verimleri 60 dakika adsorpsiyon sonrasında sırasıyla %77,5, %97,9, %97,6, %97,1, %97,5 ve %97,7 olarak elde edilmiştir.

Adsorpsiyon arıtımı sonrası yapılan membran filtrasyon çalışmaları NP010 nanfiltrasyon membranı ile 5 bar basınç altında gerçekleştirilmiş olup, 60 dakika sonunda toplam akı değeri 153,3 olarak elde edilmiştir. Membran filtrasyonu sonunda arıtılmış suyun KOİ konsantrasyonu 12±4 mg/L olarak elde edilirken, %99 civarında da renk giderimi olduğu görülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Bazrafshan E., Alipour M.R., Mahvi A.H. (2016). Textile wastewater treatment by application of combined chemical coagulation, electrocoagulation, and adsorption processes, *Desalination and Water Treatment*, 57(20), 9203-9215.
- Fito J., Abrham S., Angassa K. (2020). Adsorption of methylene blue from textile industrial wastewater onto activated carbon of *Parthenium hysterophorus*, *International Journal of Environmental Research*, 14, 501-511.
- Gozálvez-Zafrilla J.M., Sanz-Escribano D., Lora-García J., León Hidalgo M.C. (2008). Nanofiltration of secondary effluent for wastewater reuse in the textile industry, *Desalination*, 222, 272-279.
- Harrelkasa F., Azizi A., Yaaco A., (2009). Treatment of textile dye effluents using coagulation–flocculation coupled with membrane processes or adsorption on powdered activated carbon, *Desalination*, 235, 330-339.
- Lopez A., Ricco G., Ciannarella R., Rozzi A., Di Pinto A.C., Passino R. (1999). Textile wastewater reuse: Ozonation of membrane concentrated secondary effluent, *Water Science and Technology*, 40(4), 99-105.
- Lu X., Liu L., Liu R., Chen J. (2010). Textile wastewater reuse as an alternative water source for dyeing and finishing processes: A case study, *Desalination*, 258, 229-232.
- Mahmoodi N.M., Salehi R., Arami M. (2011). Binary system dye removal from colored textile wastewater using activated carbon: Kinetic and isotherm studies, *Desalination*, 272 (1-3), 187-195.
- Marcucci M., Nosenzo G., Capannelli G., Ciabatti I., Corrieri D., Ciardelli G. (2001). Treatment and reuse of textile effluents based on new ultrafiltration and other membrane technologies, *Desalination*, 138, 75-82.
- Tang C., Chen V. (2002). Nanofiltration of textile wastewater for water reuse, *Desalination* 143, 11-20.
- ZDHC (2021). Zero Discharge of Hazardous Chemicals (ZDHC) 2019 Wastewater Guidelines Version 1.1, Available: (<https://www.roadmaptozero.com/post/updated-zdhc-wastewater-guidelines-v1-1-released?locale=tr>), (16.04.2021)

## BİYOLOJİK OLARAK ARITILMIŞ TEKSTİL ATIKSUYUNDAN KOAGÜLASYON VE MEMBRAN FİLTASYON YÖNTEMİ İLE SU GERİ KAZANIMI

### WATER RECOVERY FROM BIOLOGICALLY TREATED TEXTILE WASTEWATER BY COAGULATION AND MEMBRANE FILTRATION METHOD

**Deniz İzlen ÇİFÇİ**

Doç. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü (sorumlu yazar)

**Ali Rıza DİNÇER**

Doç. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

**Feriha KARACA**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

#### ÖZET

Ergene Havzasında bulunan endüstrilerin büyük çoğunluğu tekstil sektörüne ait olup, tekstil endüstrisinde tüketilen suyun fazla olmasından dolayı su geri kazanımı büyük önem taşımaktadır. Tekstil atıksuyu klasik atıksu arıtıma tesislerinde arıtımı sonrasında hala daha organik madde ve renk içeriğine sahip olduğundan bu sular tekrar kullanılamamaktadır. Ayrıca bu renk içeren suların alıcı ortama deşarj edilmesi su canlıları için toksik etkiye sebep olmaktadır. Bu yüzden yüksek su tüketimine sahip tekstil endüstrisi atıksularının ileri arıtımının sağlanarak geri kazanılması ve proses içerisinde tekrar kullanılması hem su tüketimi hemde ekotoksik etkilerden dolayı önemli olmaktadır. Membran filtrasyon sistemleri su geri kazanımında yaygın olarak kullanılan sistemler olup, KOİ, tuz ve metal gideriminde yüksek verimlere sahiptir. Ancak bu sistemlerin yüksek basınç altında çalışması maliyeti arttırmakla birlikte tıkanma problemleri de ortaya çıkarmaktadır. Bu yüzden membran filtrasyon öncesi atıksularda organik madde, katı madde ve renk içeriğinin mümkün olduğunca azaltılması gerekmektedir. Böylece membran filtrasyonun daha yüksek akı değerlerinde ve daha az tıkanma ile çalışması mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmada biyolojik olarak arıtılmış tekstil atıksuyunun  $FeCl_3$  ve  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 17H_2O$  koagülantları ile koagülasyonu sonrasında NP010 nanofiltrasyon membranı ile su geri kazanımı araştırılmıştır. Bu amaç çerçevesinde koagülasyon prosesinde en iyi KOİ ve renk (RES-436, RES-525, RES-620) giderimi sağlanan  $FeCl_3$  ve  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 17H_2O$  koagülant dozu ve pH değeri belirlenmiştir. Belirlenen koagülasyon koşullarında arıtılan tekstil atıksuyu 5 bar basınç altında NP010 nanofiltrasyon membranından geçirilerek akı değerleri belirlenmiş ve çıkış suyunda KOİ ve renk (RES-436, RES-525, RES-620) konsantrasyonları belirlenmiştir. NP010 nanofiltrasyon membranı ile 5 bar basınç altında yapılan arıtımda ise  $Al_2(SO_4)_3$  koagülasyonu ile arıtılmış suda ilk 10 dakikada  $51,7 L/m^2 \cdot sa$  akı elde edilirken, 60 dakika sonunda  $250,0 L/m^2 \cdot sa$  toplam akı değeri hesaplanmıştır.  $FeCl_3$  koagülasyonu ile arıtılan suda ise ilk 10 dakikada akı  $43,3 L/m^2 \cdot sa$  iken, 60 dakika sonunda  $236,7 L/m^2 \cdot sa$  toplam akı değeri elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** koagülasyon, membran filtrasyon, su geri kazanımı, tekstil atıksuyu

#### ABSTRACT

Most of the industries in the Ergene Basin belong to the textile industry, and water recovery is of great importance due to the high amount of water consumed in the textile industry. Since textile wastewater is still treated in conventional wastewater treatment plants, treated wastewater still has organic matter and color content, so these waters cannot be reused. In addition, the discharge of water containing this color into the receiving environment causes toxic effects for aquatic organisms. Therefore, the recovery of textile industry wastewater with high water consumption by providing advanced treatment and re-use



in the process is important due to both water consumption and ecotoxicologic effects. Membrane filtration systems are widely used in water recovery and have high efficiency in COD, salt and metal removal. However, the operation of these systems under high pressure increases the cost and also causes clogging problems. Therefore, before membrane filtration, organic matter, solid matter and color content in wastewater should be reduced as much as possible. Thus, it is possible for membrane filtration to operate at higher flux values and with less clogging.

In this study, water recovery with NP010 nanofiltration membrane after coagulation of biologically treated textile wastewater with  $\text{FeCl}_3$  and  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$  coagulants was investigated. For this purpose,  $\text{FeCl}_3$  and  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$  coagulant dose and pH value were determined for the best COD and color removal (RES-436, RES-525, RES-620) in the coagulation process. The textile wastewater treated under the specified coagulation conditions was passed through the NP010 nanofiltration membrane under 5 bar pressure, and its flux values were determined and the COD and color (RES-436, RES-525, RES-620) concentrations in the effluent were determined. In the treatment with NP010 nanofiltration membrane under 5 bar pressure, 51.7  $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  was obtained in the first 10 min in the water treated with  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  coagulation, while the total flux value was 250.0  $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  at the end of 60 minutes. In the water treated with  $\text{FeCl}_3$  coagulation, the flux was 43.3  $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  in the first 10 minutes, and 236.7  $\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  total flux value was obtained at the end of 60 minutes.

**Keywords:** coagulation, membrane filtration, water reuse, textile wastewater

## 1. GİRİŞ

Biyolojik olarak arıtılmış tekstil atıksuyu organik madde yanında yüksek konsantrasyon renk içeriğine sahiptir ve bu atıksuyu alıcı ortama deşarj edilmeden önce renk gideriminin sağlanması gerekmektedir (Akai Solmaz vd., 2006). Koagülasyon-Flokülasyon yöntemi bu atıksulardaki renk ve organik madde giderimini sağlamak için kullanılan proseslerden birisidir ancak bazı çözünmüş boyaların gideriminde etkisiz kalabilmektedir (Sabur vd., 2012; Verma vd., 2012). Tekstil atıksuyunun koagülasyon prosesi ile arıtımında demir ve alüminyum tuzları gibi inorganik koagülantlar yaygın olarak kullanılmakta olup, bu koagülantlarda pH ve koagülant dozu atıksu arıtımı için oldukça önemli rol oynamaktadır (Dotto vd., 2019; Verma vd., 2012).

Membran filtrasyonu atıksu geri kazanımında kullanılmakta olup, nanofiltrasyon membranları, ultrafiltrasyon membranlarında daha yüksek KOİ giderimi ve tuz giderimi sağlaması ve ters osmoza göre de daha çok akı ve daha az tıkanma problemi olmasından dolayı daha fazla tercih edilmektedir (Gozálvez-Zafrilla vd., 2008). Yapılan çalışmalarda koagülasyon-membran filtrasyon sistemi ile tekstil endüstrisi atıksularının geri kazanımının mümkün olduğu ortaya konmuştur (Bes-Piá vd., 2002).

Bu çalışmanın amacı, biyolojik tekstil endüstrisi atıksuyunun koagülasyon ve sonrasında membran prosesi ile geri kazanımının araştırılmasıdır. Bu amaç çerçevesinde  $\text{Al}^{+2}$  ve  $\text{Fe}^{+3}$  demir tuzları ile koagülasyon yöntemleri uygulanmıştır. Koagülasyon prosesinde koagülant dozu ve pH etkisi araştırılarak en iyi giderim sağlanan koagülant dozu ve pH belirlenmiştir. Belirlenen koşullarda arıtılan atıksu sonrasında membran filtrasyon ile atıksu arıtımı yapılarak su geri kazanımı araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Biyolojik olarak arıtılmış tekstil atıksuyu

Biyolojik olarak arıtılmış tekstil endüstrisi atıksuyu Çorlu-Tekirdağ bölgesinde bulunan boyama faaliyeti gösteren bir tekstil fabrikasından alınmıştır. Tekstil atıksuyu dengeleme havuzu sonrasında uzun havalandırılmalı aktif çamur sistemi ile arıtılmaktadır. Biyolojik olarak arıtılmış tekstil atıksuyunun özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Atıksuyunun toplam KOİ konsantrasyonu 135 mg/L olup, atıksuda 14,2 mg/L AKM ve 10,3 mg/L UAKM bulunmaktadır.

**Tablo 1.** Biyolojik olarak arıtılmış tekstil atıksuyunun özellikleri

| Parametre          | Birim | Konsantrasyon |
|--------------------|-------|---------------|
| Toplam KOİ         | mg/L  | 135±9         |
| AKM                | mg/L  | 14,2±0,2      |
| UAKM               | mg/L  | 10,3±0,9      |
| NH <sub>4</sub> -N | mg/L  | 44,9±0,2      |

## 2.2. Koagülasyon prosesi

Koagülasyon çalışmaları Jar Test cihazında yapılmıştır. Adsorpsiyon çalışmaları 600 mL beher içerisinde 400 mL atıksu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Koagülant olarak Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> ve FeCl<sub>3</sub> kullanılmıştır. Koagülant stok çözeltileri 100 mL içerisine 1 g Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.17H<sub>2</sub>O veya FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O ilave edilerek hazırlanmıştır.

Çalışmalarda öncelikle en iyi KOİ giderimi sağlanan pH değeri araştırılmıştır. Bunun için 400 mL atıksu içerisine 2,5 mL, 5 mL, 7,5 mL ve 10 mL koagülant stok çözeltisi eklenmiştir. Atıksuyun pH'ı 7 değerine H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve NaOH kullanılarak pH metre yardımı ile ayarlanmıştır. Daha sonra Jar Test cihazında 150 rpm hızda 2 dakika ve 45 rpm hızda 30 dakika koagülasyon gerçekleştirilmiş ve sonrasında 30 dakika çökeltme işlemi yapılmıştır. Çökeltme sonrasında üst fazdan numune alınarak KOİ ve renk analizi yapılmıştır.

En iyi KOİ giderimi sağlanan koagülant dozu belirlendikten sonra en iyi pH değerinin belirlenmesi için 400 mL atıksu içerisine en iyi giderim elde edilen koagülant dozu eklenerek, atıksuyun pH'ı 3, 5, 7, 9 ve 11 değerlerine ayarlanmıştır. Daha sonra Jar Test cihazında 150 rpm hızda 2 dakika ve 45 rpm hızda 30 dakika koagülasyon gerçekleştirilmiş ve sonrasında 30 dakika çökeltme işlemi yapılmıştır. Çökeltme sonrasında üst fazdan numune alınarak KOİ ve renk analizi yapılmıştır.

## 2.3. Membran filtrasyon

Çalışmada kullanılan laboratuvar ölçekli nanofiltrasyon sistemi, giriş atıksu haznesi, diyaframli pompa, nanofiltrasyon ünitesi, giriş çıkış basınç göstergeleri, basınç kontrol vanaları ve süzüntü suyu haznesinden oluşmaktadır. Nanofiltrasyon olarak NP010 membranı kullanılmıştır. Membran filtrasyon çalışmalarında basınç 5 bar'a ayarlanmıştır.

FeCl<sub>3</sub> ve Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> koagülantları ile koagülasyon çalışmasında FeCl<sub>3</sub> koagülantında 7,5 mL koagülant dozu ve pH 5 en iyi KOİ ve renk giderimini sağlamıştır. Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> koagülantında ise en yüksek KOİ ve renk giderimi 5 mL koagülant dozu ve pH 5 değerinde elde edilmiştir. Atıksuyun bu koşullarda koagülasyonu sonucu elde edilen atıksular sonrasında 5 bar basınç altında NP010 nanofiltrasyon membranından geçirilmiştir. Nanofiltrasyon membran çalışmalarında 60 dakikada süresince 10 dakika aralıklar ile süzüntü sularının miktarının belirlenmiş olup, 60 dakika sonunda filtreden geçen suda KOİ ve renk analizleri yapılmıştır.

## 2.4. Analiz metotları

Deneyisel çalışmalarda üst fazdan alınan numunelerde KOİ deneyi kapalı reflux-titrimetrik metod (APHA 5220C) metodu ile yapılmıştır. Renk deneyi ise RES-436, RES-525 ve RES-620 olarak UV-Vis spektrofotometre (Shimadzu UV-2401 PC) ile analiz edilmiştir.

Ayrıca biyolojik olarak arıtılmış tekstil atıksuyunun özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, toplam KOİ (APHA 5220C), pH (WTW 3210i), AKM ve UAKM (APHA 2540B ve E), amonyum azotu (NH<sub>4</sub>-N) (APHA-4500-NH<sub>3</sub>C) analizleri yapılmıştır.

## 3. DENEYSEL BULGULAR

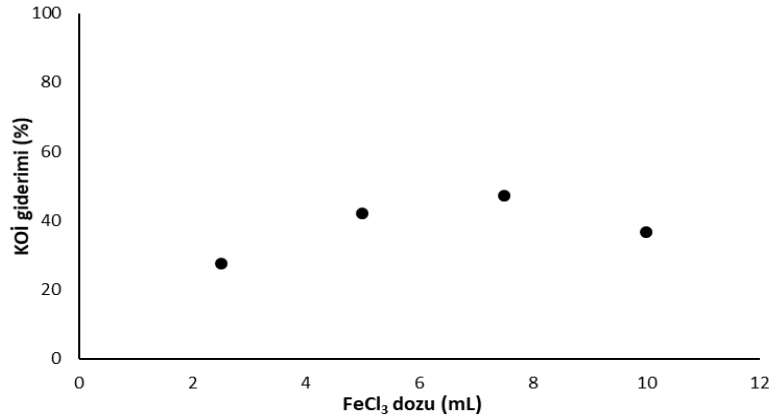
### 3.1. Biyolojik olarak arıtılmış tekstil atıksuyunun koagülasyon ile arıtımı

Biyolojik olarak arıtılmış tekstil atıksuyunun koagülasyon prosesi ile arıtımında koagülant dozu ve pH'ın KOİ ve renk giderimlerine etkisi araştırılmıştır.

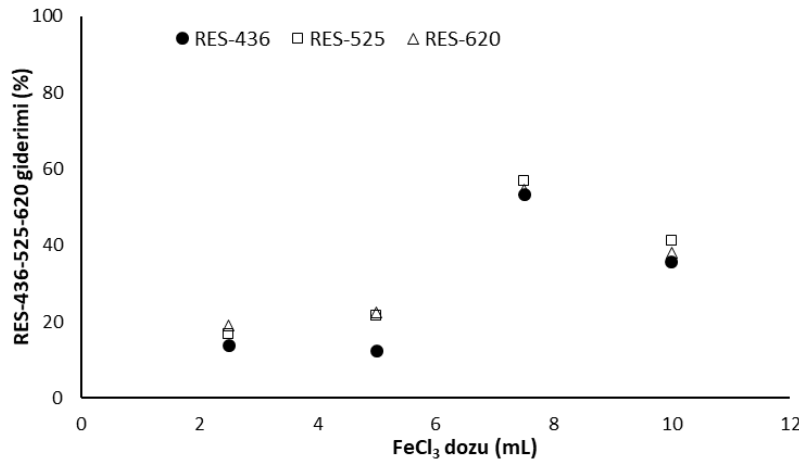
### 3.1.1. Koagülasyon prosesinde koagülant dozu etkisi

Biyolojik olarak arıtılmış tekstil atıksuyunun  $\text{FeCl}_3$  koagülantı ile koagülasyonunda  $\text{FeCl}_3$  koagülasyonu kullanıldığında farklı dozlarda elde edilen KOİ giderim verimleri Şekil 1’de verilmiştir.  $\text{FeCl}_3$  dozları 2,5 mL’den 7,5 mL’ye kadar artırılması ile KOİ giderim verimi %27’den %47’ye artmış olup, en yüksek KOİ giderimi 7,5 mL  $\text{FeCl}_3$  miktarında elde edilmiştir.

$\text{FeCl}_3$  koagülantı ile elde edilen renk (RES-436, RES-525, RES-620) giderim verimleri Şekil 2’de verilmiştir.  $\text{FeCl}_3$  dozu 2,5 mL’den 7,5 mL’ye kadar artırılması ile RES-436 giderim verimi %13,6’dan %53,2’ye artarken, 7,5 mL  $\text{FeCl}_3$  dozunda RES-525 ve RES-620 giderim verimleri sırasıyla %56,9 ve %54,5 olarak elde edilmiştir.

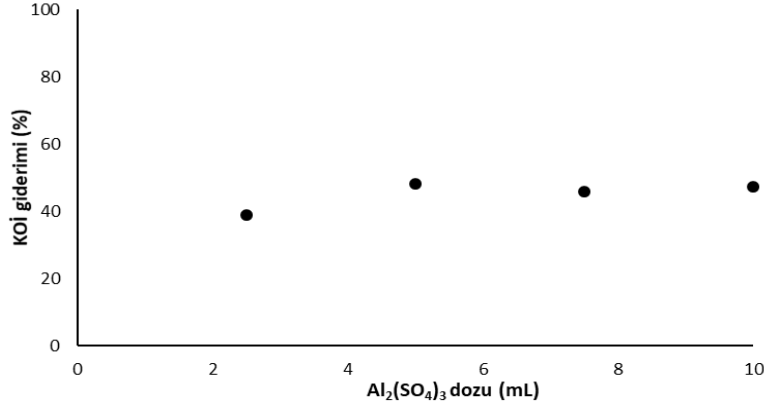


Şekil 1. Farklı  $\text{FeCl}_3$  koagülant dozlarında elde edilen KOİ giderim verimleri (pH: 7)



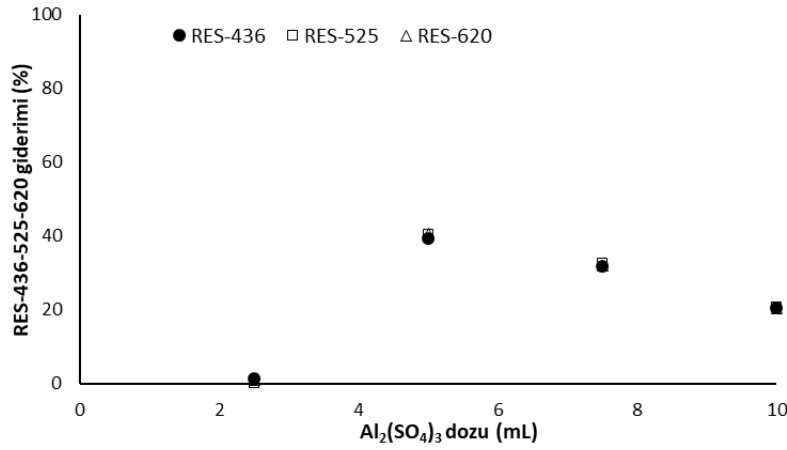
Şekil 2. Farklı  $\text{FeCl}_3$  koagülant dozlarında elde edilen renk (RES-436, RES-525, RES620) giderim verimleri (pH: 7)

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  koagülantı kullanılarak yapılan koagülasyon çalışmalarında farklı koagülant dozlarında elde edilen KOİ giderim verimleri Şekil 3’de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere koagülant dozu 2,5 mL’den 5 mL’ye arttırıldığında KOİ giderim verimi %38,9’dan %48,1’e artmıştır. Koagülant dozu 7,5 mL ve 10 mL uygulamalarında KOİ gideriminde önemli bir değişim gözlenmemiştir.



Şekil 3. Farklı Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> koagülant dozlarında elde edilen KOİ giderim verimleri (pH: 7)

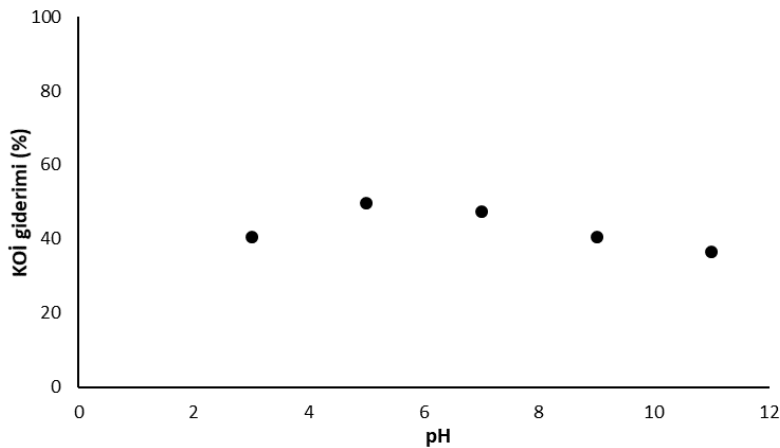
Farklı Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> dozlarında elde edilen renk (RES-436, RES-525, RES-620) giderim verimleri Şekil 4’de verilmiştir. Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 5 mL uygulandığında RES-436, RES-525 ve RES-620 giderim verimleri sırasıyla %39,4, %40,2 ve %40,7 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4. Farklı Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> koagülant dozlarında elde edilen renk (RES-436, RES-525, RES620) giderim verimleri (pH: 7)

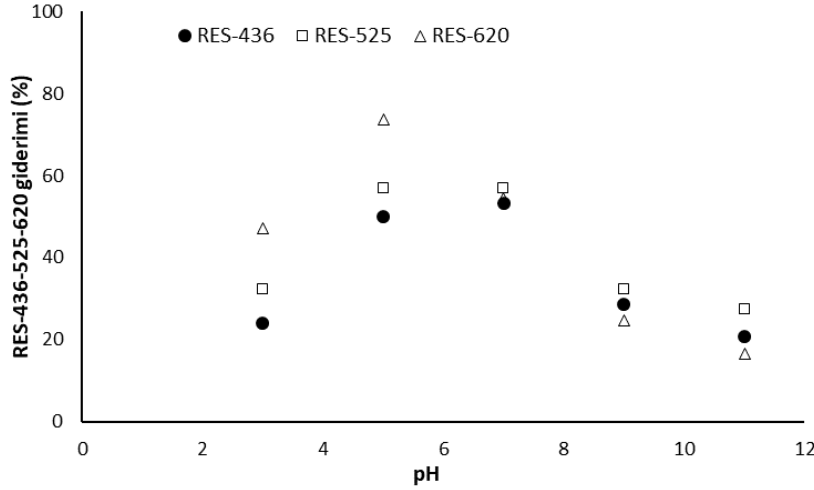
### 3.1.2. Koagülasyon prosesinde pH etkisi

En yüksek KOİ giderimi ve renk elde edilen 7,5 mL FeCl<sub>3</sub> dozunda farklı pH’larda elde edilen KOİ giderim verimleri Şekil 5’de verilmiştir. pH değeri 3’den 5’e arttırıldığında KOİ giderimi %40,5’den %47,3’e artarken, pH 7 değerinde benzer KOİ giderimi gözlenmiştir. pH 9 ve 11 değerlerinde ise KOİ gideriminde düşüş gözlenmektedir.



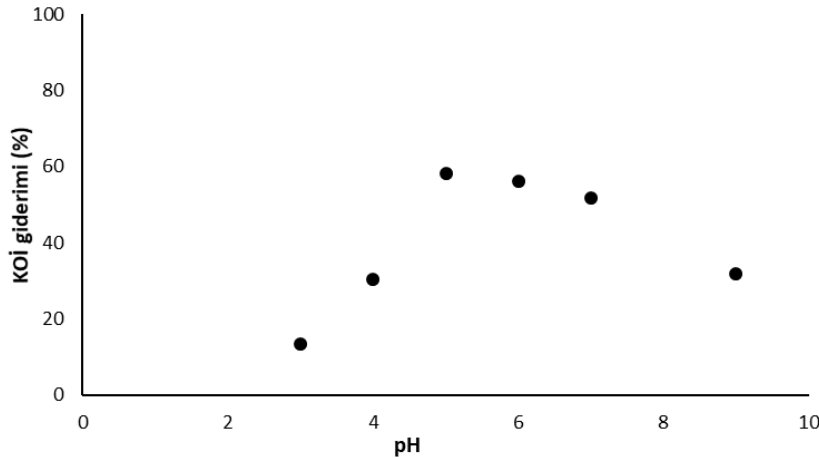
**Şekil 5.** Farklı pH değerlerinde elde edilen KOİ giderim verimleri ( $\text{FeCl}_3$  koagülant dozu: 7,5 mL)

En yüksek KOİ giderimi elde edilen 7,5 mL  $\text{FeCl}_3$  dozunda farklı pH'larda elde edilen renk (RES-436, RES-525, RES-620) giderim verimleri Şekil 6'da verilmiştir. pH değeri 3'den 5'e arttırıldığında renk giderim verimleri artarken, pH 7 değerinde renk gideriminde düşüş gözlenmiştir. En yüksek renk giderimi elde edilen pH 5 değerinde, RES-436, RES-525 ve RES-620 giderimi sırasıyla %50,0, %56,9 ve %73,6 olarak gözlenmiştir.



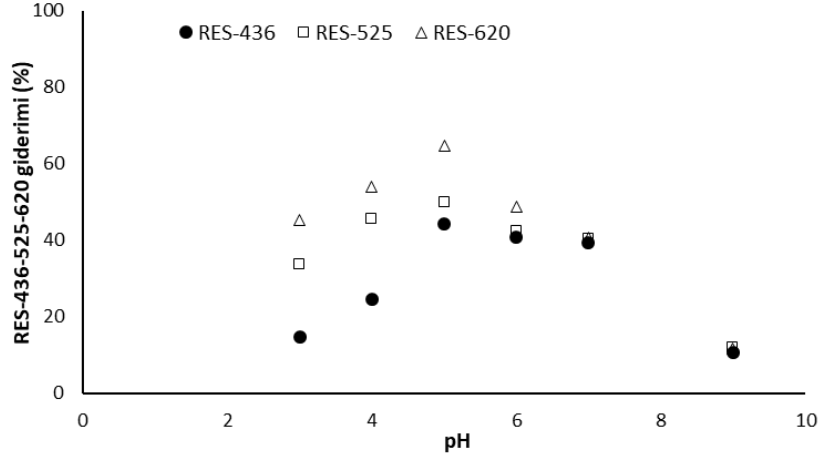
**Şekil 6.** Farklı pH değerlerinde elde edilen renk (RES-436, RES-525, RES620) giderim verimleri ( $\text{FeCl}_3$  koagülant dozu: 7,5 mL)

En yüksek KOİ giderimi ve renk elde edilen 5 mL  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  dozunda farklı pH'larda elde edilen KOİ giderim verimleri Şekil 7'de verilmiştir. pH değeri 3'den 4'e arttırıldığında KOİ giderimi %13'den %30'a artmıştır. En yüksek KOİ giderimi %58 olarak pH 5 değerinde elde edilmiş olup, pH 6 değerinde KOİ giderimi %56 değerine düşmüştür. pH 7, 9 ve 11 değerlerinde de KOİ gideriminde azalma gözlenmektedir.



**Şekil 7.** Farklı pH değerlerinde elde edilen KOİ giderim verimleri ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  koagülant dozu: 5 mL)

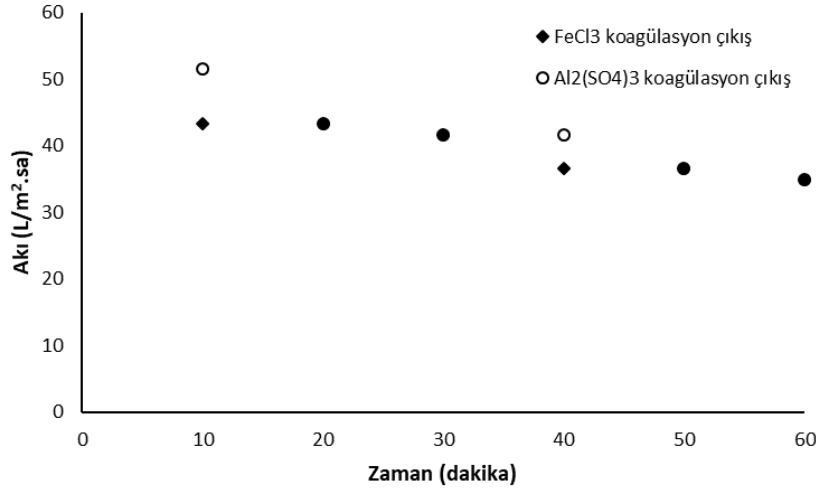
En yüksek KOİ giderimi elde edilen 5 mL  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  dozunda farklı pH'larda elde edilen renk (RES-436, RES-525, RES-620) giderim verimleri Şekil 8'de verilmiştir. pH değeri 3'den 4 ve 5 değerlerine arttırıldığında renk giderim verimleri de kademeli olarak artmıştır. En yüksek renk giderimler elde edilen pH 5 değerinde RES-436, RES-525 ve RES-620 giderimi sırasıyla %44,4, %50,0 ve %64,6 olarak gözlenmiştir. pH 6 değerinde RES-436, RES-525 ve RES-620 giderimi sırasıyla %40,8, %42,4 ve %48,7 değerlerine azalmış olup, renk giderim verimleri pH 7-9 aralığında da azalmaktadır.



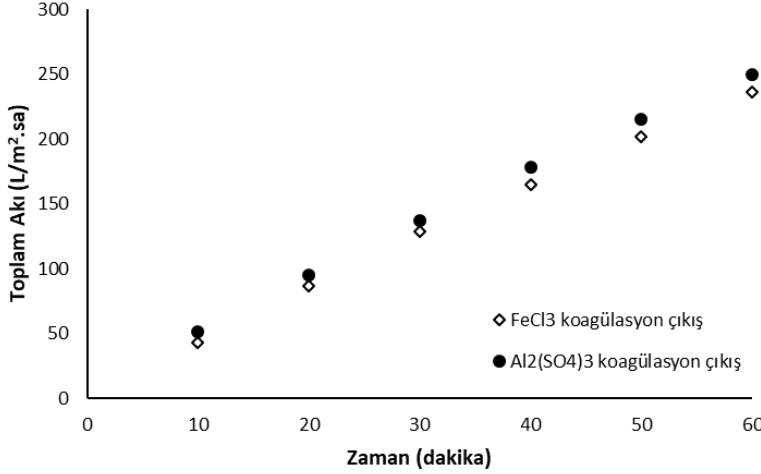
Şekil 8. Farklı pH değerlerinde elde edilen renk (RES-436, RES-525, RES620) giderim verimleri ( $Al_2(SO_4)_3$  koagülant dozu: 5 mL)

### 3.2 Biyolojik olarak arıtılmış tekstil atıksuyunun koagülasyon ile arıtımı sonrası membran filtrasyon çalışmaları

Biyolojik arıtılmış tekstil atıksuyunun  $FeCl_3$  ve  $Al_2(SO_4)_3$  koagülantları ile koagülasyon sonrası NP010 membranı ile 5 bar basınç altında nanfiltrasyon yapılmış olup, elde edilen akı değerleri Şekil 9'da ve toplam akı değerleri Şekil 10'da verilmiştir. Akı değerlerinden de görüldüğü üzere başlangıçta  $Al_2(SO_4)_3$  koagülantı ile elde edilen atıksuyun akı değeri daha yüksektir. Her iki koagülant ile arıtılan suyun nanofiltrasyon membranından geçirilmesinde zamana bağlı olarak akı değerlerinde azalma gözlenmiştir. İlk 10 dakikada  $Al_2(SO_4)_3$  koagülasyonu ile arıtılmış suyun akı değeri  $51,7 L/m^2.sa$  iken 60 dakika sonunda  $35,0 L/m^2.sa$  değerine düşmüştür.  $FeCl_3$  koagülasyonu ile arıtılan suyun nanfiltrasyonunda ise ilk 10 dakikada akı  $43,3 L/m^2.sa$  iken, 60 dakika sonunda  $35,0 L/m^2.sa$  değerine kadar düşüş gözlenmiştir.  $FeCl_3$  ve  $Al_2(SO_4)_3$  koagülasyonu sonrası 5 bar basınç altında NP010 membranı ile nanfiltrasyon çalışmasında 60 dakikada sırasıyla 236,7 ve 250,0  $L/m^2.sa$  toplam akı elde edilmiştir.



Şekil 9. Koagülasyon ile arıtılmış suyun membran filtrasyonunda elde edilen akı değerleri (membran tipi: NP010, basınç: 5 bar)



Şekil 10. Koagülasyon ile arıtılmış suyun membran filtrasyonunda elde edilen toplam akı değerleri (membran tipi: NP010, basınç: 5 bar)

#### 4. SONUÇLAR

Çalışmada biyolojik olarak arıtılmış tekstil atıksuyunun koagülasyon ve membran filtrasyon ile su geri kazanımı araştırılmıştır. Bu amaç çerçevesinde  $FeCl_3$  ve  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 17H_2O$  koagülantları kullanılarak yapılan koagülasyonda  $FeCl_3$  koagülantı için 7,5 mL koagülant dozu ve pH 5 değerinde en iyi KOİ, RES-436, RES-525 ve RES-620 giderimi sağlanmıştır.  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 17H_2O$  koagülantı ile yapılan çalışmada ise 5 mL koagülant dozu ve pH 5 değerinde en iyi KOİ, RES-436, RES-525 ve RES-620 giderimi sağlanmıştır. KOİ, RES-436, RES-525 ve RES-620 giderimi  $FeCl_3$  koagülantı için %49,6, %50,0, %56,9 ve %73,6 elde edilirken,  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 17H_2O$  koagülantı için %58, %44,4, %50,0 ve %64,6 olarak elde edilmiştir. NP010 nanofiltrasyon membranı ile 5 bar basınç altında yapılan çalışmalarda ise 60 dakika filtrasyon sonrasında  $FeCl_3$  ve  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 17H_2O$  koagülantları ile yapılan koagülasyon sonrası arıtılmış atıksular için sırasıyla 236,7 ve 250,0  $L/m^2 \cdot sa$  toplam akı değerleri elde edilmiştir.

#### KAYNAKLAR

- Akal Solmaz S.K., Birgül A., Üstün G.E., Yonar T. (2006). "Colour and COD removal from textile effluent by coagulation and advanced oxidation processes". *Coloration Technology*, 122, 102-109.
- Bes-Piá A., Mendoza-Rota J.A., Alcaina-Miranda M.I., Iborra-Clar A., Iborra-Clar M.I. (2002). "Reuse of wastewater of the textile industry after its treatment with a combination of physico-chemical treatment and membrane Technologies". *Desalination*, 149, 169-174.
- Dotto J., Fagundes-Klen M.R., Veit M.T., Palácio S.M., Bergamasco R. (2019). "Performance of different coagulants in the coagulation/flocculation process of textile wastewater". *Journal of Cleaner Production*, 208, 656-665.
- Gozálvez-Zafrilla J.M., Sanz-Escribano D., Lora-García J., León Hidalgo M.C. (2008). "Nanofiltration of secondary effluent for wastewater reuse in the textile industry". *Desalination*, 222, 272-279.
- Sabur M.A., Khan A.A., Safiullah S. (2012). "Treatment of textile wastewater by coagulation precipitation method". *Journal of Scientific Research*, 4(3), 623-633.
- Verma A.K., Dash R.S., Bhunia P. (2012). "A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters". *Journal of Environmental Management*, 93, 154-168.

## ADANA BÜYÜK SAAT KULESİNİN DİNAMİK KARAKTERİSTİKLERİNİN DENEYSEL OLARAK BELİRLENMESİ

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE ADANA GREAT CLOCK TOWER

**Hakan ERKEK**

PhD Student, Fırat University, Institute of Science, Department of Civil Engineering (Corresponding Author),

ORCID: 0000-0001-6008-9586

**Yusuf CALAYIR**

Prof. Dr. Fırat University, Engineering Faculty, Department of Civil Engineering, ORCID: 0000-0002-6387-5360

**Musa YETKİN**

PhD Student, Fırat University, Engineering Faculty, Department of Civil Engineering, ORCID: 0000-0002-6259-4137

### ÖZET

Tarihi yapılar, işlevleri gereği buldukları bölgedeki toplumların sosyal ve iktisadi hayatlarında büyük bir öneme sahiptirler. Bu yapılar, geçmiş medeniyetler ile günümüz arasında bağ kuran ve medeniyetlerin yaşam tarzları hakkında fikir veren kültürel bir mirastır. Bu miras yapıları, maruz kaldıkları deprem, yangın, sel, rüzgâr gibi doğal afetler, ısı değişimleri ve insanlar tarafından verilen zararlar nedeniyle bir kısmı yıkılmış bir kısmı ise ciddi hasarlar görmüştür. Bu yapıların gelecek kuşaklara özellikleri bozulmadan aktarılabilmesi için uygun modelleme teknikleri kullanılarak yapısal analizlerinin gerçekleştirilmesi ve gerektiğinde onarım ve güçlendirilmelerinin yapılması gerekmektedir. Yapısal analizler gerçekleştirilirken yapının mevcut modal parametrelerinin veya dinamik karakteristiklerinin doğru bir şekilde bilinmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu dinamik karakteristikler, doğal frekanslar, mod şekilleri ve sönüm oranlarıdır. Günümüzde teorik ve deneysel yöntemler kullanılarak yapıların dinamik karakteristikleri belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, tahribatsız bir deney yöntemi olan operasyonel modal analiz yöntemi (OMA) kullanılmış ve yığma bir taşıyıcı sisteme sahip olan tarihi Adana Büyük Saat Kulesinin, çevresel titreşim testleri gerçekleştirilmiştir. Testler için 8 hassas tek eksenli ivmeölçer kullanılmış olup bu ivmeölçerler saat kulesinin yüksekliği boyunca 4 farklı noktanın her birinde iki ivmeölçer olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Testler için 8 hassas tek eksenli ivmeölçer kullanılmış olup bu ivmeölçerler saat kulesinin yüksekliği boyunca 4 farklı noktada iki ivmeölçer olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu testlerin sonucunda spektral yoğunluk fonksiyonları yardımıyla saat kulesinin ilk 4 frekansı ve bu frekanslara ait mod şekilleri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yığma Yapı, Adana Büyük Saat Kulesi, Operasyonel Modal Analiz Yöntemi, Doğal Frekans ve Mod Şekli.

### ABSTRACT

The historical structures, due to their functions, have a great importance in the social and economic life of the communities in the region where they are located. These structures are a cultural heritage that connects past civilizations with the present and gives an idea about the lifestyles of civilizations. Some of these heritage structures were destroyed and some were severely damaged due to natural disasters such as earthquakes, fires, floods, wind, heat changes and human damages. In order for these structures to be transferred to future generations without deteriorating their properties, it is necessary to carry out structural analysis using appropriate modelling techniques and to repair and strengthening them when necessary. While performing structural analysis, it is very important to know the current



modal parameters / dynamic characteristics of the structure correctly. These dynamic characteristics are natural frequencies, mode shapes and damping ratios. Today, the dynamic characteristics of the structures can be determined using theoretical and experimental methods. In this study, the operational modal analysis method (OMA), which is a non-destructive test method, was used and environmental vibration tests of the historical Adana Great Clock Tower, which has a masonry carrier system, were performed. For the tests, 8 uniaxial accelerometers were used, and these accelerometers were placed at 4 different points along the height of the clock tower, with two accelerometers at each. As a result of these tests, the first four frequencies and mode shapes were determined with the help of spectral density functions.

**Keywords:** Masonry Structure, Adana Great Clock Tower, Operational Modal Analysis Method, Natural Frequency and Mode Shape.

## 1. INTRODUCTION

Historical culture is a physical representation of history, describing how a particular society once lived and what it valued. Historical structures are objects that have cultural heritage characteristics and need to be protected. One of the most delicate of these historic structures are clock towers that people need as want to know the time. These clock towers have often been used in the past to signal worship, celebration, danger, and war. However, due to the earthquake, fire, flood, wind, temperature changes and damage caused by people over time, some of these structures were destroyed and others seriously were damaged [1]. In order to transfer this historical heritage to future generations without deteriorating its features, it is necessary to carry out structural analyzes using appropriate modeling techniques and make necessary repairs and reinforcements depending on the analysis results [2-3].

The seismic behavior of historic masonry structures depends on material properties, geometry, connections between walls and soil properties. As can be seen, these historical structures, whose structural behavior depends on many variables, should be examined and necessary measures should be taken to prevent damages that may occur in the face of seismic effects by revealing possible defects [4-6]. Experimental Modal Analysis (EMA) method has been used frequently in recent years to determine the current behavior of historical buildings [7]. This method is one of the most effective tools used to determine the dynamic characteristics of structures [8]. The application areas of the method are in a wide range from small machine parts to large engineering structures [9-10]. In the EMA method, excitation is given with a known force like impact hammer, shaker etc. It is a very costly process to determine the dynamic characteristics of large-volume structures such as dams, bridges and clock towers by EMA method. For this reason, Operational Modal Analysis (OMA) method, which does not require knowing the excitation, is preferred when determining the dynamic characteristics in large-volume structures and there are many studies which this method is applied [11-12]. Bayraktar et al. determined the dynamic characteristics of the Hagia Sophia Bell-Tower, constructed in the XIII century, using the OMA method [13]. Gentile and Saisi determined the dynamic characteristics of as a combined road and rail bridge constructed in 1889 and used today [14]. Costa et al. used the OMA method to determine the dynamic characteristics of 3 different bridges [15]. Yetkin et al. determined the dynamic characteristics of a basement and 5-storey reinforced concrete building and updated the analytical model of the building based on these dynamic characteristics [16]. Gentile and Saisi determined the dynamic characteristics of a 36.72 m high masonry bell tower completed construction in the XIX century [17]. Sancibrian et al. determined the dynamic characteristics of a 38.30 m high masonry chimney built in Spain in the XX century [18]. Lorenzoni et al. determined the dynamic characteristics of 4 water towers, which were unearthed during the excavations in Pompeii, Italy, constructed in 10-20 BC [19]. Wilson Torres et al. obtained the dynamic characteristics of the Metropolitan Cathedral of Santiago in the capital of Chile by using the operational modal analysis method [20]. Ercan determined the dynamic characteristics of a is a two-story building with a small basement and an attic stone masonry building before and after retrofitting [21]. Yetkin et al. determined the dynamic characteristics of a reinforced concrete minaret and performed an analytical model update of the structure [22]. Bru et al. in their article, they determined

the dynamic characteristics of a 40m high, medieval bell tower built in masonry in Italy [23]. Within the scope of this study, experimental dynamic characteristics of Adana Great Clock Tower were determined by using OMA method.

## 2. EXPERIMENTAL METHOD

### 2.1 Operational Modal Analysis (OMA) Method

The large volumetric structures (dams, bridges etc.) are exposed to various loads and vibrations during their service. Measuring these vibrations is very complex and difficult. However, it is possible to obtain the response of the system to these vibrations systematically with accelerometers placed on the structure. The loads and vibrations affecting the structure are formed under environmental effect (wind, traffic, people, etc.) and therefore the amplitude and change of vibrations affecting the structure are unknown (Fig. 1). The purpose of the Operational Modal Analysis (OMA) method is to define the modal properties of the system using only the responses of these measured vibrations.

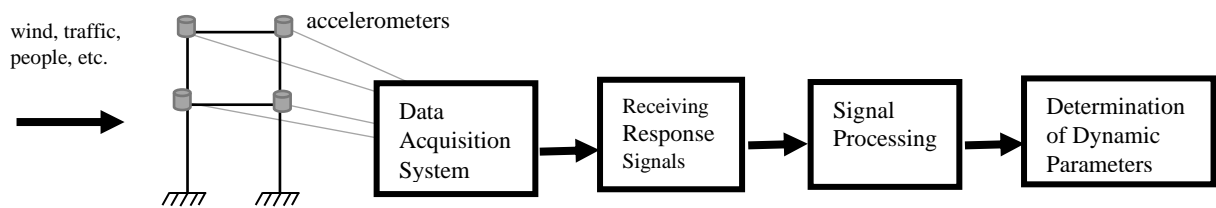


Figure 1. Typical operational modal analysis method setup and flow chart

### 2.2 Introduction of the Experiment Set

The minimum required elements in the OMA experiment set are accelerometers, data acquisition system and signal processing program. Accelerometers are simply sensors that detect acceleration. Piezoelectric sensors are widely used today. These sensors are devices that can read and record, have very low noise exposure and have a wide frequency measurement range [24]. KB12VD type uniaxial accelerometers are used in this study (Fig. 2). Technical characteristics of the accelerometers used are given in Table 1. [25].

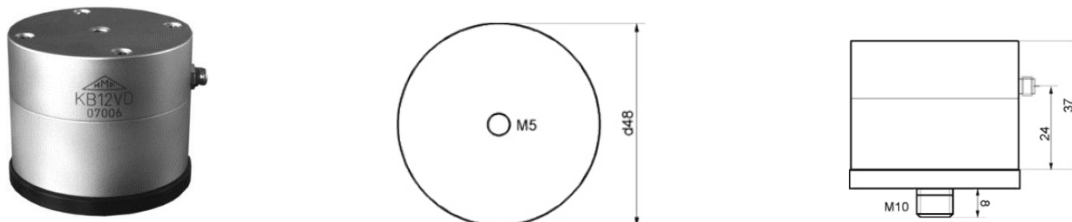


Figure 2. KB12VD type single axis accelerometers

Table 1. Technical specifications of KB12VD type single axis accelerometers

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| Frequency range (Hz)     | 0.08-260   |
| Sensitivity (mV/g)       | 10000      |
| Maximum Acceleration (g) | ± 0.6      |
| Temperature range (°C)   | -20 to +80 |
| Weight (gr)              | 150        |
| Height (mm)              | 37         |
| Diameter (mm)            | 48         |

The transmission and recording of data from the accelerometer are done by the data acquisition system. In this study, OROS-OR36 Multi Channel Noise and Vibration Analyzer was used as the data collection system. This analyzer has a 16-channel accelerometer input circuit and force input sensor to detect impact signals from impact hammer in forced vibration tests (Fig. 3). Technical specifications of the analyzer are given in Table 2. [24-25].



**Figure 3.** OROS-OR36 Multichannel Noise and Vibration Analyzer

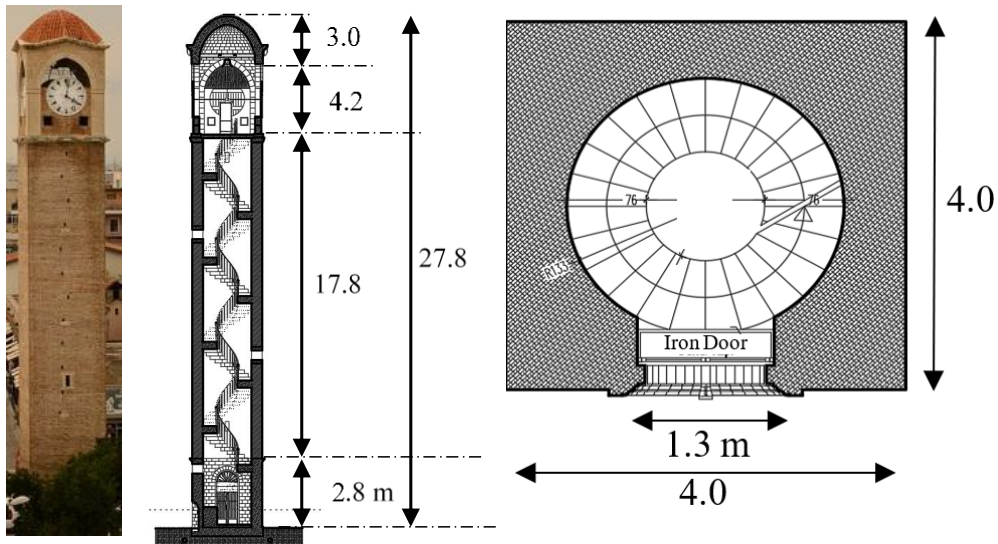
**Table 2.** Technical specifications of OROS-OR36 Multichannel Noise and Vibration Analyzer

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| Number of Entries    | 16                  |
| DC Channels          | 4 Blok              |
| Filtering            | Available           |
| Exit                 | DC 40 kHz $\pm$ 10V |
| External hard disk   | 60 Gb               |
| Weight               | 5.2 kg              |
| Dimensions (w, h, d) | 114 280 x 350 mm    |

### 3. EXPERIMENTAL TESTS

#### 3.1 Adana Great Clock Tower

Adana Great Clock Tower is in Seyhan district of Adana and was built in 1882. The clock tower, which can be seen from all sides of the city and considered as the center of the city, has lost this feature over time. Today, this structure is more important for historical tourism (Fig. 4).

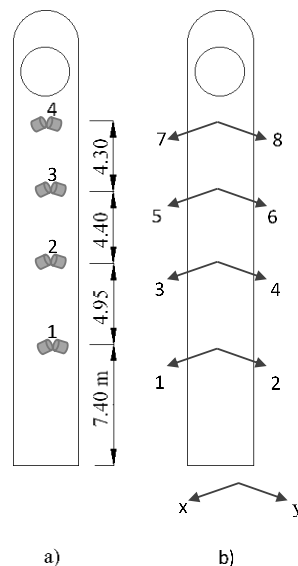


**Figure 4.** Adana Great Clock Tower [26]

Adana Great Clock Tower was constructed by knitting bricks up to a certain length and stone units for a certain length with mortar material as a masonry unit. Stones were used in the part up to 2.8 m from the base, and brick was used in the next part of 17.8 m. The part that forms the clock dial is made of stone and brick. Although there is no exact information about the foundation height of the tower, the tower located on a  $4 \times 4 \text{ m}^2$  base.

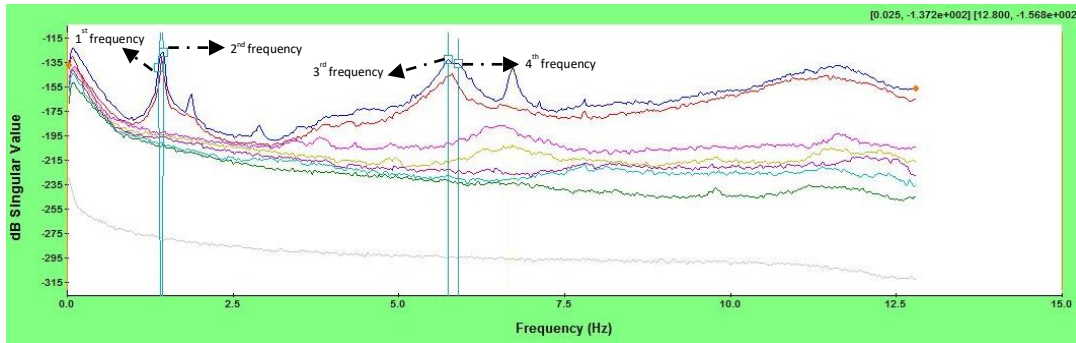
### 3.2 Experimental measurement of the clock tower with the OMA method

The dynamic characteristics of the Adana Great Clock Tower were experimentally obtained using the Operational Modal Analysis method. Experimental measurements were carried out at 4 different levels with the same  $x$  and  $y$  coordinates along the height of the clock tower (Fig. 5-a). Total of 8 single-axis accelerometers were used, with two accelerometers at each measurement level (Fig. 5-b).



**Figure 5.** Accelerometers in the clock tower **a)** Locations **b)** Measurement directions

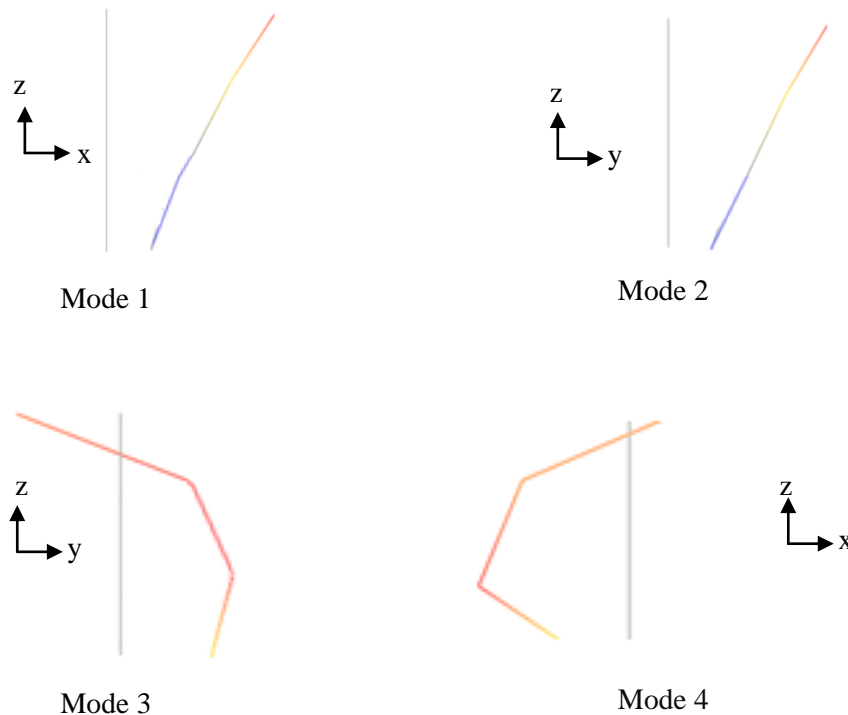
These measurements were repeated five times, each for 640 seconds, and a total of 3200 seconds were measured. The Spectral Density Function was created by processing the raw signals obtained from the measurements (Fig. 6). Using these functions, natural frequencies are selected, the mode shapes and damping ratios of these natural frequencies are determined (Fig. 7). The natural frequencies and the damping ratios are given in Table 3.



**Figure 6.** Spectral Density Function

**Table 3.** The first 4 natural frequencies and the damping ratio values of the clock tower

| Frequencies Number | Frequencies (Hz) | Damping Ratio (%) |
|--------------------|------------------|-------------------|
| 1                  | 1.41             | 1.45              |
| 2                  | 1.44             | 2.61              |
| 3                  | 5.75             | 3.20              |
| 4                  | 5.89             | 2.42              |



**Figure 7.** The mode shapes of the clock tower

The first 4 natural frequencies of the clock tower were obtained in the range of 1.41-5.89 Hz, respectively. The damping ratios of these natural frequencies are in the range of 1.45-3.2%, respectively. The modes of the first 4 natural frequencies are in the form of bending modes. These modes are bending around the  $y$ -axis for mode shapes 1 and 4, while bending behavior around the  $x$

axis for mode shapes 2 and 3. Also, modes 1 and 2 are single-zone, while modes 3 and 4 are multiple-zone.

#### 4. Results

In this study, the dynamic characteristics of the historical Adana Great Clock Tower in Seyhan district of Adana were determined by the Operational Modal Analysis Method, which is a non-destructive test method. While applying the method, no external excitation was applied to the structure, and measurements of the clock tower were carried out under environmental influences. During the measurements, 8 uniaxial accelerometers were used, and these accelerometers were placed at 4 different points along the height of the clock tower (all points are on the same vertical axis), with two accelerometers (in the horizontal plane, one was positioned in the  $x$  direction and the other in the  $y$  direction) at each point. The measurements of the clock tower were completed in 3200 s. The spectral density function of the clock tower were formed by processing the obtained raw signals. With the help of this function, the first 4 natural frequencies of the clock tower and the mode shapes and damping ratios of the natural frequencies were determined. The first 4 natural frequencies of the clock tower are 1.41 Hz, 1.44 Hz, 5.75 Hz and 5.89 Hz, respectively. The damping ratios of these natural frequencies are 1.45%, 2.61%, 3.2% and 2.42%, respectively. The modes belonging to the first 4 natural frequencies are bending modes; modes 1 and 4 are bending around the  $y$ -axis, modes 2 and 3 show bending behavior around the  $x$ -axis. Modes 1 and 2 are single-zone, while modes 3 and 4 are multiple-zone.

#### Acknowledgments

The authors kindly acknowledge the Firat University Scientific Research Projects Coordination Unit that financially supported the research (Project Code MF.19.13).

#### References

- [1] B. Fredrick, J. Boucher, M. Coryea, D. Spector, *Venice Bells and Bell Towers: A Striking Source of Knowledge*, 2012.
- [2] İ. Kazaz, İ. Kocaman, Seismic load capacity evaluation of stone masonry mosques, *J. Fac. Eng. Archit. Gazi Univ.* 33 (2018) 541–556. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.416365>.
- [3] A.C. Aydin, S.G. Özkaya, The finite element analysis of collapse loads of single-spanned historic masonry arch bridges (Ordu, Sarpdere Bridge), *Eng. Fail. Anal.* 84 (2018) 131–138. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2017.11.002>.
- [4] N. Mendes, *Seismic assessment of ancient masonry buildings: Shaking table tests and numerical analysis*, PhD Thesis, Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, 2012. <https://doi.org/10.1080/00221309.2010.542509>.
- [5] P.B. Lourenço, A. Trujillo, N. Mendes, L.F. Ramos, Seismic performance of the St. George of the Latins church: Lessons learned from studying masonry ruins, *Eng. Struct.* 40 (2012) 501–518. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2012.03.003>.
- [6] A. Eslami, H.R. Ronagh, S.S. Mahini, R. Morshed, Experimental investigation and nonlinear FE analysis of historical masonry buildings - A case study, *Constr. Build. Mater.* 35 (2012) 251–260. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.04.002>.
- [7] A. Cabboi, C. Gentile, A. Saisi, From continuous vibration monitoring to FEM-based damage assessment: Application on a stone-masonry tower, *Constr. Build. Mater.* 156 (2017) 252–265. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.160>.
- [8] M. Ghalishooyan, A. Shooshtari, *Operational Modal Analysis Techniques and Their Theoretical and Practical Aspects: A Comprehensive Review And Introduction*, in: IOMAC'15, Gijón - Spain, 2015.
- [9] T. Türker, Çevresel titreşim verileri kullanılarak yapıların hasar durumlarının tespiti ve değerlendirilmesi, Doktora Tezi, (2011).

- [10] A. Bayraktar, A.C. Altunişik, T. Türker, Structural health assessment and restoration procedure of an old riveted steel arch bridge, *Soil Dyn. Earthq. Eng.* 83 (2016) 148–161. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2016.01.012>.
- [11] N. Mocho Simões, Design of A Ground Vibration Test Certification System For Unmanned Air Vehicles Aerospace Engineering Examination Committee, Tecnio Lisboa, 2015.
- [12] M. Yetkin, Investigation of Dynamic Behaviors of Reinforced Concrete Structures by Using Environmental Vibration Data, MSc Thesis, Fırat University 2016 (in Turkish).
- [13] A. Bayraktar, T. Türker, B. Sevim, A.C. Altunişik, F. Yildirim, Modal parameter identification of Hagia Sophia bell-tower via ambient vibration test, *J. Nondestruct. Eval.* 28 (2009) 37–47. <https://doi.org/10.1007/s10921-009-0045-9>.
- [14] C. Gentile, A. Saisi, Ambient vibration testing and condition assessment of the Paderno iron arch bridge (1889), *Constr. Build. Mater.* 25 (2011) 3709–3720. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.04.019>.
- [15] C. Costa, A. Arêde, A. Costa, E. Caetano, Á. Cunha, F. Magalhães, Updating Numerical Models of Masonry Arch Bridges by Operational Modal Analysis, *Int. J. Archit. Herit.* 9 (2015) 760–774. <https://doi.org/10.1080/15583058.2013.850557>.
- [16] M. Yetkin, Y. Calayır, H. Erkek, Determining Dynamic Characteristics of Structures and Updating of Their Finite Element Models Using Environmental Vibration Data, *Doğal Afet ve Afet Yönetimi Sempozyumu.* (2016) 2–4.
- [17] C. Gentile, A. Saisi, Operational modal testing of historic structures at different levels of excitation, *Constr. Build. Mater.* 48 (2013) 1273–1285. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.01.013>.
- [18] R. Sancibrian, I. Lombillo, E.G. Sarabia, Y. Boffill, H. Wong, L. Villegas, Dynamic identification and condition assessment of an old masonry chimney by using modal testing, *Procedia Eng.* 199 (2017) 3410–3415. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.09.485>.
- [19] F. Lorenzoni, M.R. Valluzzi, M. Salvalaggio, A. Minello, C. Modena, Operational modal analysis for the characterization of ancient water towers in Pompeii, *Procedia Eng.* 199 (2017) 3374–3379. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.09.446>.
- [20] W. Torres, J.L. Almazán, C. Sandoval, R. Boroschek, Operational modal analysis and FE model updating of the Metropolitan Cathedral of Santiago, Chile, *Eng. Struct.* 143 (2017) 169–188. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.04.008>.
- [21] E. Ercan, Assessing the impact of retrofitting on structural safety in historical buildings via ambient vibration tests, *Constr. Build. Mater.* 164 (2018) 337–349. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.154>.
- [22] M. Yetkin, Y. Calayır, H. Erkek, Determining Dynamic Characteristics Of Reinforced Concrete Minarets And Updating Of Their Finite Element Models Using Environmental Vibration Data, *Fırat Univ. Turkish J. Sci. Technol.* 13 (2018) 93–98. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjst/issue/35841/400636>.
- [23] D. Bru, S. Ivorra, M. Betti, J.M. Adam, G. Bartoli, Parametric dynamic interaction assessment between bells and supporting slender masonry tower, *Mech. Syst. Signal Process.* 129 (2019) 235–249. <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2019.04.038>.
- [24] URL-2, (n.d.). <http://www.oros.com/3889-multi-channel-analyzers.htm> (accessed April 18, 2021).
- [25] OR36 Çok Kanallı Titreşim Analizörü | Marmatek, (n.d.). [http://marmatek.com/urunler/oros\\_or36\\_analizor/](http://marmatek.com/urunler/oros_or36_analizor/) (accessed April 18, 2021).
- [26] URL, (n.d.). [https://www.gezipedia.net/uploads/posts/2020-03/1585517785\\_adana-tarihi-buyuk-saat-kulesi.jpg](https://www.gezipedia.net/uploads/posts/2020-03/1585517785_adana-tarihi-buyuk-saat-kulesi.jpg) (accessed April 18, 2021).

## GEÇİRGEN ORGANİK BİYO-DUVAR SİSTEMİ PERMEABLE ORGANIC BIO-WALL SYSTEM

Neşe ÖZDEMİR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Çevre Müh. Anabilim Dalı (Sorumlu Yazar)

Emre Burcu ÖZKARAOVA

Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Çevresel sorunlarının son yıllarda artış gösterdiği endüstriyel ve tarımsal kaynaklı kirlenmeler canlı yaşamı için tehlike oluşturmaya başlamıştır. Tarımsal kaynaklı kirlilik unsurları arasında yayılı kaynaklar (zirai ilaç, gübre vs) yanı sıra hayvan üretim çiftlikleri ve tarımsal sanayi gibi noktasal kaynaklar ve nitrat, pestisit, veteriner ilaç kalıntıları gibi kirleticilerden bahsedilebilir. Endüstriyel kaynaklar olarak ise her türlü yeraltı ve yer üstü tankı, atık depolama alanları, kimyasal/petrol iletim hatları ve her türlü inorganik ve organik kirletici örnek verilebilir. Söz konusu kirleticilerin sebep olduğu toprak ve yeraltı suyu kirliliğinin giderilmesinde yerinde (toprak içerisinde (in-situ)) ve yüzeyde (toprak dışında (ex-situ)) arıtım teknolojileri kullanılmaktadır.

Yaygın olarak organik kirleticilerin gideriminde kullanılan biyolojik süreçlerle nitrat, ağır metal gibi birçok inorganik kirletici de giderilebilmektedir. Yerinde (toprak içerisinde (in-situ)) uygulanan arıtım yöntemlerinden bir tanesi biyolojik geçirimli bariyer sistemleridir. Farklı birçok uygulama tekniği bulunan biyolojik geçirimli bariyer sistemlerinin en geleneksel olanı biyoduvardır. Biyoduvardır, mikropların adsorpsiyonunu başka bir deyişle tutulmasını ve kirletici maddelerin biyolojik olarak parçalanmasını desteklemek için orijinal toprağınkinden daha büyük gözenekliliğe sahip yerinde oluşturulmuş bir reaktif ortama başvurur. Kirleticiye göre seçilen reaktif dolgu materyali ile aerobik, anoksik veya anaerobik mekanizma ile mikroorganizmaları etkinliği sonucunda kirleticilerin giderimi sağlanmaktadır. Zaman zaman, mikrobiyal büyümeyi kolaylaştırmak için biyoduvara oksijen ve besin katkısı sağlanabilir. Hali hazırda gerçekleştirilmiş saha uygulamaları, biyoduvardırın gerçekten uygulanabilir olduğu ve belirli çevresel koşullar altında uygun maliyetli olduğu ortaya konmuştur.

Bu çalışmada; reaktif bariyer sistemlerinden biri olan biyoduvardır (biowall) sistemlerinde yeraltı sularındaki kirlilik parametrelerinin giderimini sağlayabilecek muhtemel biyolojik giderim süreçleri için uygun organik artıklar ve karışımlar paylaşılmıştır. Gerçek vaka örnekleri verilerek uygulama süreci hakkında da bilgi verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyoduvardır, sürdürülebilir, düşük maliyetli yeraltı suyu arıtımı

### ABSTRACT

Industrial and agricultural pollution, in which environmental problems have increased in recent years, have begun to pose a danger to life. Among the agricultural pollution elements, diffuse sources (pesticides, fertilizers, etc.) as well as point sources such as animal production farms and agricultural industry and pollutants such as nitrate, pesticide, veterinary drug residues can be mentioned. As industrial resources, all kinds of underground and aboveground tanks, waste storage areas, chemical/petroleum pipe lines and all kinds of inorganic and organic pollutants can be given as examples. In-situ and ex-situ treatment technologies are used to reduce soil and groundwater pollutions.

Many inorganic contaminants such as nitrate and heavy metals can be removed by biological processes that are commonly used in the removal of organic pollutants. One of the treatment methods applied in-situ are biological permeable barrier systems. Various configurations of bio-permeable barrier systems exist among which the most traditional type are the biowalls. Biowalls employ an in



situ formed reactive medium with greater porosity than that of the original soil to promote the adsorption of microbes and the biodegradation of contaminants. With the reactive filling material selected according to the pollutant, it is ensured that the pollutants are removed as a result of microbial activity with aerobic, anoxic or anaerobic mechanism. Occasionally, oxygen and nutrients can be added to the biowall to facilitate microbial growth. Field applications that have already been carried out have demonstrated that biowalls are truly viable and cost-effective under certain environmental conditions.

In this study; the biowall system, which is one of the reactive barrier systems, are explained by summarizing potential organic residues and mixtures required for the most suitable biological removal process. Information was also shared about the implementation of biowalls by giving real case examples.

**Keywords:** Bio-Wall, low cost, sustainable groundwater remediation

## 1. GİRİŞ

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan yeraltı suları diğer su kaynaklarına göre daha güvenilir ve temiz olmasına karşın, kirlenmesi durumunda arıtılması oldukça zahmetli olabilmektedir. Organik ve inorganik kimyasalların üretimi, taşınması ve tüketilmesi sıklıkla toprağın kirlenmesine neden olmaktadır. Toprak kirliliğinin yeraltı sularına karışması itibariyle ciddi çevresel tehditleri de beraberinde getirmektedir.

Yerinde (toprak içerisinde (in-situ)) ve yüzeyde (toprak dışında (ex-situ)) birçok yeraltı suyu ve toprak iyileştirme yöntemi mevcuttur. Çeşitli organik kirleticiler gibi, nitrat, ağır metal gibi birçok inorganik bileşiğin arıtılabildiği yöntemler bulunmaktadır. Masum veya doğal gibi görünen nitrat gibi bazı inorganik kirleticilerin de arıtmada biyolojik iyileştirme yöntemlerinin kullanılması mümkündür. Bunlardan birisi biyolojik geçirgen reaktif bariyer sistemleridir. Gübre üretim tesisleri, çeşitli atık alanları, hayvan çiftlikleri gibi noktasal kaynaklardan kaynaklanan nitrat gibi birçok inorganik ve her türlü noktasal kaynaktan kaynaklanabilen sayısız organik kirleticilerin biyolojik süreçlerle mikroorganizmaların yardımı ile giderilmesi mümkün olup birçok ülkede hali hazırda da uygulanmaktadır.

Kısaca, yeraltı suyunu yerinde arıtmak için biyolojik işlemlere dayanan bir tür geçirgen reaktif bariyer olan biyoduvarlar, ilk olarak 1995 yılında kullanılan orijinal demir dolgulu PRB hendeklerinin bir uyarlamasıdır. Tipik olarak, bir biyolojik duvar, karbon ve enerji kaynağı olarak bir veya birden fazla reaktif madde ve biyolojik dönüşümü gerçekleştirecek mikroorganizmalardan oluşmaktadır. Bu reaktif bölge yeraltı suyu akışına dik olarak konumlandırılan ve kirletici bulutunun tamamıyla kesişebilecek bir yapı içine yerleştirilir. Organik ve inorganik malzeme, doğal olarak oluşan veya çoğaltılmış mikroorganizmalar tarafından bir enerji kaynağı olarak kullanılır ve önemli kirletici maddelerin duvardan geçerken aerobik, anoksik veya anaerobik süreçlerle giderilmesini sağlar.

Bu bildirinin amacı, basit ama etkili olan ve düşük maliyeti ile sürdürülebilirliği bakımından uygulanan biyoduvarlar hakkında bilgi vererek kirlenmiş yeraltı suyunun yayılmasını engellenmesini sağlayarak su kaynaklarını korumaktır. Bu amaç ile genel olarak biyoduvar hakkında bilgi verilerek gerçek uygulama örnekleri de paylaşılmıştır.

## 2. BİYODUVAR SİSTEMİ

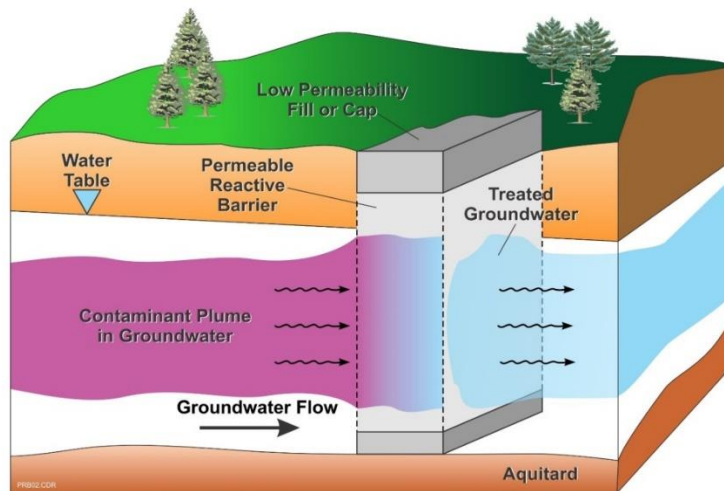
Geçirgen organik biyolojik duvarlar veya kısa adıyla biyoduvarlar (biowalls) kullanılarak yeraltı suyunun iyileştirilmesi, akiferin hidrolik gradyanı etkisiyle yeraltı suyunun akışına dayanır. Bu yüzden yeraltı suyunun akış yönü ve hızı oldukça önemlidir. Reaktif bölge kirletici bulutunun tamamını kapsayacak genişlikte ve yeraltı suyu akış yönüne dik şekilde konumlandırılır. Reaktif malzemenin gözenekliliği akifer malzemesinin gözenekliliğinden büyük olması sağlanır ki taşınım kendiliğinden destekli gerçekleşsin.

Biyoduvallar, anlaşıldığı gibi tamamen biyolojik süreçlere dayalı çalışan bir geçirimli reaktif bariyer (GRB veya PRB) şekli olduğundan, kirleticilere uygun süreç ve malzeme seçimini gerektirir. Biyolojik süreçler, mekanizmaya bağlı olarak aerobik, anoksik ve anaerobik koşullar altında olabilir. Uygun elektron vericilerinin, oksijen salgılayan bileşiklerin, besleyicilerin ve diğer dolaylı reaktiflerin seçilmesiyle, inorganik ve organik kirleticilerin dönüşümü / ayrışması ve böylece giderimleri sağlanabilir (ITRC, 2011; Newell, 2008). Oksijen veya nitrat salan bileşikler (örn. kalsiyum oksit (CaO), kalsiyum peroksit (CaO<sub>2</sub>), magnezyum peroksit (MgO<sub>2</sub>), perkarbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> x 1.5 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), persülfat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) vb.) aerobik olarak aktif bir bölge sağlamak için kullanılırken, talaş, saman, mısır koçanı, narenciye kabuğu, saman, bahçe kompostu, turba, gibi organik maddeler ve artıklar anoksik ve anaerobik olarak aktif bölgeleri oluşturmak için kullanılabilir (Liang ve diğerleri, 2011; Liu ve diğerleri, 2019; Cameron ve Schipper, 2010; Coppola vd., 2007).

Reaktifin yerleştirileceği PRB şekli ise kirletici bulutunun büyüklüğüne ve kirletici dağılımına bağlıdır. Biyoduvarlarda kullanım için uygun dolgu malzemeleri geliştirilmiştir. Bazı kirlenmiş sahalarda, biyolojik duvarlar, aktifliğini onlarca yıl sürdürebilen bir kirletici tutma kapasitesiyle tasarlanmıştır. Bazı biyolojik duvar sistemlerinin geçmiş performansı, organik reaktif malzemelerinin en az 3 ila 5 yıl süreyle azaltma faaliyetini göstermektedir. Ancak biyoduvanın aktifliği tamamen seçilen reaktif malzemenin etkinliği, kirletici konsantrasyon dağılımları ve yeraltı suyu akısına bağlı olup türlü sistem tasarımlarıyla ayarlanabilir. Belirli bir süreden sonra veya biyolojik duvar artık iyileştirme hedeflerini karşılayamadığında, geçirgen biyolojik duvarların tamamlayıcı substrat ile periyodik olarak değiştirilmesi gerekebilir. Bunun için de kolaylaştırılmış PRB sistemleri mevcuttur. Biyoduvalların uzun ömürlülüğü, aşağıdaki koşullar dahil olmak üzere birçok faktöre bağlıdır:

- ❖ Biyolojik duvar katalizini veya mikrobiyal süreci yavaşlatan veya engelleyen yeraltı suyu kalitesi ve su kaynaklı inhibitörler
- ❖ Yeraltı suyu akış hızı ve kirletici maddelerin kütle akışı
- ❖ Ortam kullanım oranını etkileyen yerel ve antropojenik elektron alıcısı talebi
- ❖ Demir ve sülfat mevcudiyeti ve kullanımı (biyojeokimyasal dönüşüm işlem hızlarını belirler)
- ❖ Biyoduvarda kullanılan medyanın başlangıç miktarı ve reaktivitesi

Biyoduvlar tasarımları genellikle substrat değişikliğini kolaylaştırmak için borular içerir. Genellikle bir değişiklik olayının maliyeti, kurulum maliyetlerine kıyasla düşüktür. Biyolojik duvarların düşük organik madde gereksinimleri, sıvı substratların sık veya periyodik enjeksiyonunu ve enjeksiyon sistemlerinin bakımını gerektiren diğer gelişmiş biyoremediasyon sistemlerine kıyasla önemli ölçüde maliyet tasarrufu sağlar.



Şekil 1: Biyoduvlar sisteminin şematik gösterimi (FRTR, 2020)

Şekil 1'de geçirgen bir organik biyodüvar için şematik gösterimi görülmektedir. Biyolojik duvar hendeği toplam kirlenme derinliğini geçmelidir. Çoğu durumda, emülsiyonlaştırılmış bitkisel yağ gibi yavaş salınan substratların ileride eklenmesi için biyolojik duvar içine delikli borular (dikey veya yatay) yerleştirilir. Biyodüvarlar ayrıca doğrudan itme teknikleri kullanılarak kartuş tipi reaktif madde değişimi ile yeniden aktifleştirilebilir. Ancak, bu değerlendirme için periyodik izleme çalışmaları gerekir.

**Karbon Kaynakları:** Yaygın ortamlar arasında malç, talaş, kompost, buğday samanı ve kitin gibi katılar ve peynir altı suyu, sodyum laktat, melas, emülsifiye bitkisel yağlar (EVO'lar), karbonhidratlar ve alkoller (EPA, 2013) dahil olmak üzere sıvılar bulunur. Karbon kaynağı genellikle nitrojen ve fosfor dahil olmak üzere besin maddeleri bakımından yüksek olur. Bununla birlikte, kurulumdan önce ve işletim sırasında çeşitli zamanlarda, besin konsantrasyonlarını belirlemek ve analizleri değerlendirmek için izleme yapılmalıdır. İnşaat sırasında veya bir sıvının enjeksiyonu yoluyla işletim sırasında tadilat olarak besin ilavesi gerekebilir.

Biyodüvar tasarımı için aşağıdakilerden biri veya daha fazlası kullanılabilir;

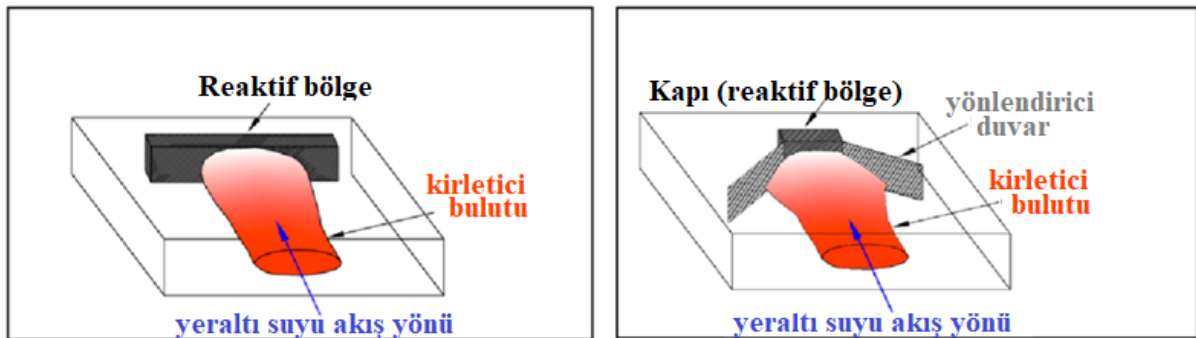
**Destek Materyalleri:** Kum ve çakıl, malzemelerin konsolidasyonunu en aza indirmek, bariyer boyunca yeraltı suyu akışını sağlamak ve geçirgenliği artırmak için karbon gibi reaktif malzemelere destek olarak kullanılabilir. Bu malzemeler genellikle reaktif karışımının % 40 ila 60'ını oluşturur (AFCEE, 2008).

**Mikroorganizmalar:** Birçok kalıcı organik kirlenmenin (KOK) bozunması için gerekli olan bir ortamın oluşturulmasını gerektirir. Bununla birlikte, KOK'ları parçalayan veya dönüştüren mikroorganizmalar, biyolojik bozunmanın ilerlemesi için yeterli miktarlarda bulunmayabilir. Bu nedenle, biyolojik duvarın uygun mikroorganizma kültürü ile (örn., Dehalococcoides, trikloroeteni [TCE] tamamen etene indirgemek için Dehalobacter restrictus) içeren bir kültürle desteklenmesi gerekli olabilir.

**Tamponlar (Buffers):** Biyolojik bozunma, akiferin pH'ını düşürebilen metabolik asitler üretebilir. Nadir durumlarda, elektron vericinin eklenmesi de pH'ı artırabilir; sülfat ve demir indirgeme reaksiyonları nedeniyle meydana gelebilir. Reaktör malzemesi ve akiferin tamponlama kapasitesi belirlenmelidir. Kireçtaşı, pH'daki değişiklikleri tamponlamak için inşaat sırasında biyolojik bariyerin bir parçası olarak dahil edilebilir. Kireçtaşı, aynı zamanda destek sağlaması ve bariyerin geçirgenliğini artırması bakımından ek bir avantaj sunar. Alternatif olarak, tamponlama kapasitesini iyileştirmek ve yeraltı suyu pH'ını artırmak için gerekirse çalışma sırasında reaktöre sıvı tampon değişiklikleri eklenebilir.

### 3. BİYODÜVAR SİSTEMİN ÇEŞİTLERİ

Geçimli reaktif bariyer türlerinden biri olan biyodüvarlar da yeraltı suyu akışına dik olarak sürekli reaktif bariyer (continuous PRB) veya geçirimsiz duvarların arıtma kapılarında yeraltı suyu akışını kolaylaştırdığı bir huni ve kapı konfigürasyonunda (funnel-gate PRB) kurulabilir. Farklı amaçlar için oluşturulmuş başka şekilleri bulunmakla birlikte en geleneksel şekilleri bahsedilen bu iki şeklidir.



Şekil 2: Geleneksel PRB şekilleri (a) sürekli ve (b) kapı sistemleri (Choi vd., 2013)

Biyodüvarlar çok çeşitli yöntemler kullanılarak kurulabilir. Optimum kurulum yöntemi, duvarın derinliği ve genişliği, kullanılan ortamın türü ve fazı (örneğin katı, sıvı, gaz), jeoloji ve hidrojeoloji ve mevcut yüzey ve yeraltı altyapısı gibi faktörlere dayalı olarak sahaya ve uygulamaya özgüdür. Yaygın kurulum seçenekleri şunları içerir:

Tek geçişli hendek: Tek geçişli bir kanal kazıcı, zincirli testereye benzer şekilde uzatılmış bir kesme boyuna (kesme dişli bağlantılı zincir kayış) sahip, palete monte ağır inşaat aracıdır. Bunlar, 30 ila 90 cm genişliğinde ve 6 ile 15 m derinliğinde hendekleri kesebilir. Sürekli tek geçişli kanal kazıcılar, eşzamanlı olarak hendeği keserken aynı anda biyolojik duvar ortamını yerleştirir.



**Şekil 3:** Güney Dakota'daki Ellsworth Hava Kuvvetleri Üssü'nde çalışan sürekli tek geçişli hendek kazıcı (AFCEE, 2008)

Açık hendek yöntemi: Açık hendek yöntemi tipik olarak palete monte ekskavatörlerin kullanılmasını içerir. Bir boomun ucunda bir kova veya istiridye kabuğu bulunan, dönen bir platform üzerindeki bir kabin içinden kontrol edilen ağır inşaat araçlarıdır. Ekskavatörler 14 m ve daha sığ derinlikler için kullanılmıştır. Yer yüzeyinin 60 m altına kadar hendek açma potansiyeline sahiptirler. Ekskavatörler, biyolojik duvar ortamı ile granüler bir malzeme veya bir bulamaç olarak doldurulan açık bir hendek (gerekirse desteklenmiş) oluşturmak için kullanılır. Kazı sırasında, açık hendek, açık kalması için tipik olarak bir biyopolimer bulamacı ile doldurulur.

Doğrudan enjeksiyon noktalarından veya kalıcı kuyulardan sulu veya gaz fazlı reaktanların enjeksiyonu: Bir taşıyıcı sıvıdaki sulu karbon substratları ve diğer değişiklikler (örneğin kültürler, pH tamponları ve besinler), mümkün olan en sürekli reaktif bölgeyi elde etmek amacıyla basınç altında enjekte edilir. Gazlar ayrıca noktalar veya kuyular aracılığıyla basınç altında da sokulabilir. Bu yöntem tipik olarak hendek açma veya sondajlardan daha az sürekli reaktif bir bölge ile sonuçlanır, ancak sondajlar ancak diğer yöntemlerin pratik olmadığı bazı yerlerde kullanılabilir.

#### **Biyodüvarlar ile Artırılması Hedeflenen Kirlenmeler:**

- Halojenlenmiş (örneğin tetrakloroeten (PCE), trikloroeten (TCE) gibi klorlu çözücüler
- Halojenli olmayan uçucu organik bileşikler (VOC'ler),
- Yarı uçucu organik bileşikler (SVOC'ler),
- PAH, BTEX ve MTBE gibi petrol hidrokarbonları,
- Poliklorlu bifeniller (PCB'ler),
- Hekzahidro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin (RDX), oktahidro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin (HMX), 2,4,6-trinitro-toluen (TNT) gibi enerjetik kirlenmeler
- Perklorat, klorat, sülfat ve nitrat gibi inorganik kirlenmeler.

#### 4. BİYODUVAR SİSTEMİN AVANTAJLARI ve DEZAVANTAJLARI

Biyoduvvarların uygulanabilirliğini arttırmak ve dezavantajlarını gidermek için değişik sistemleri (konfigürasyonları) geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir.

##### Avantajları:

- Özellikle sığ derinliklerdeki kirletici bulutların arıtımında kullanılan hendek tipi biyoduvvarların kurulumunda hendek içi toprak harfiyatı ve reaktif malzeme (malç ve kum karışımı) yerleştirme şeklinde uygulandığı için, kurulum ve işletim maliyetleri nispeten düşük olarak bilinmektedir.
- Giderilmesi planlanan hedef kirletici için uygun reaktif farklı farklı olabilmektedir. Malç, kompost, kum ve çakıl gibi malzemeler toplu olarak satın alındığında nispeten ucuz olabilmektedir. Ağaç malçları genellikle tek başına nakliye ve işleme maliyeti karşılığında elde edilebilir.
- Biyoduvvarlar, periyodik performans izleme dışında çok az işletme ve bakım gerektiren kendi kendine işleyen sistemlerdir. Bununla birlikte, giderim verimleri azaldığında ve artık iyileştirme hedeflerini karşılayamadığında kartuş tipi sistemlerde reaktif malzeme kolaylıkla değiştirilebilmektedir.
- Kanallar, gerektiğinde alt tabaka yüklemesini desteklemek için sıvı alt tabakaların eklenmesi için kalıcı kuyular veya delikli boru içerecek şekilde kolayca değiştirilebilir. Birçok farklı konfigürasyon mümkündür.
- Biyoduvvarların kullanımı, düşük geçirgenliğe sahip malzemeler nedeniyle reaktan dağılımının zor olduğu durumlarda iyi bir seçim olabilir, çünkü biyoduvvar'lar kirletici bulutunu daha iyi önleyebilir ve kirleticileri tedavi bölgesi içinde tutabilir.
- Biyoduvvar sistemleri, kirlenmiş sahada uygulanan artımın performansını optimize etmek için mevcut veya ek alternatif iyileştirme sistemleriyle birlikte kullanılabilir. Diğer yerinde remediasyon teknikleriyle de birleştirilebilirler.

##### Dezavantajları:

- Pratik ve uygun maliyetli bir şekilde kazılabilecek derinlik yaklaşık 11 ila 12 metre (~ 35 ila 40 fit) ile sınırlıdır. Ek olarak, hendek açma, saha altyapısına ve hizmetlere zarar verebilir.
- Bir biyolojik duvarın yüksek konsantrasyonlarda arıtma etkinliği, özellikle yeraltı suyu akış hızı ve / veya doğal elektron alıcılarının konsantrasyonları da yüksek olduğunda sınırlı olabilir. Kanaldaki kirletici tutma süresi ve reaktif bölgeden geçen yeraltı suyuna organik karbon ilave edilme hızı bu koşullar altında sınırlı olabilir.
- Anaerobik klorosuzlaştırma klorlu çözücülerin ve diğer kirletici maddelerin ayrıştırılmasında etkili olabilirken, yeraltı suyu kalitesinde ikincil bozulma meydana gelebilir. Bozunma reaksiyonları, fazla besin (örn., azot ve fosfor) veya yeraltı suyu pH'ındaki aşırı değişiklikler ve indirgeme-oksidasyon (redoks) koşulları, metallerin çözünmesine (örneğin demir, manganez ve potansiyel olarak arsenik), istenmeyen fermantasyon ürünlerinin oluşmasına neden olabilir. (örneğin, aldehitler ve ketonlar) ve ikincil su kalitesine diğer potansiyel etkiler (örneğin, toplam çözünmüş katılar).
- Biyolojik dönüşümler ayrıca yeraltı suyu kalitesini bozabilen ve / veya vadoz bölgesinde birikebilen uçucu yan ürünlerin ve zararlı gazların (örneğin, VC, metan veya hidrojen sülfid) oluşumunu artırabilir. Bu değişikliklerin çoğu, yeraltı suyu arıtma bölgesinin daha oksitlenmiş bir aşığı eğimine döndüğünde kolayca tersine çevrilebilir, ancak bu sorunlar teknoloji taraması ve tasarımı sırasında dikkate alınmalıdır.
- Kanaldaki kirletici tutma süresi ve hendekten geçen yeraltı suyuna organik karbon ilave edilme hızı bu koşullar altında sınırlı olabilir.
- Biyolojik duvar sistemlerinin karbon kaynağını yenilemeden klorlu çözücüler veya diğer kirleticiler için anaerobik bozunma işlemlerini kaç yıl sürdürebileceğini belirlemek zordur. Malç fraksiyonu 10 ila 15 yıl veya daha uzun süre dayanabilirken, kirletici bozunmasını sürdürmek için yeterince biyolojik olarak parçalanabilen organik karbon sağlayamayabilir.
- Hendek açma, saha altyapısına ve hizmetlere zarar verebilir.

## 5. BİYODUVAR SİSTEMİN TASARIMI

Biyoduvallar tek başlarına kullanılabileceği gibi başka toprak ve yeraltı sularının iyileştirme yöntemleri ile birlikte kullanılabilir. Genelde uygulanabilirliği araştırılır ve bu amaçla laboratuvar ölçeğinde ön denemelerle uygun biyolojik süreç ve reaktif malzeme belirlenir. Ayrıca reaktif bölgede giderimin tamamlanması bakımından gerekli bekleme süresi hesaplanır ve reaktif bölge boyutları buna göre tasarlanır. Ancak kirlenmiş sahanın bu yöntem için uygunluğu da değerlendirilmelidir. En uygun kurulum yöntemini belirlemek için aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır:

- Ayrıntılı saha jeolojisi ve hidrojeolojisi
- Tercihli akış yollarının tanımlanması
- Mevcut yüzey ve yeraltı altyapısı
- Akiferin kirlendiği derinliği
- Biyoduvanın derinliği ve genişliği
- Biyoduvanın ortamı yükleme şekli

Biyoduvalların temel performans faktörleri şunlardır:

Ortam içinde kirlenmiş yeraltı suyu için yeterli kalış süresi ve kirlenmiş yeraltı suyunun sapma veya baypas olmaksızın ortamdaki etkili bir şekilde yönlendirilmesi dahil olmak üzere, etkili arıtma için gerekli hidrolik koşulları oluşturulur ve muhafaza edilir.

## 6. ÖRNEK VAKALAR:

### Eski NWIRP MCGREGOR, McGregor, TEXAS

NWIRP McGregor; Waco'nun yaklaşık 20 mil güneybatısında, Texas'ta 39 km<sup>2</sup>'lik (9.700 dönümlük) devlete ait, yüklenici tarafından işletilen bir tesistir. Bu tesisi ABD Ordusu Mühimmat Kolordusu ilk olarak 1942'de Bluebonnet Mühimmat Fabrikası olarak kuruldu. Mart 1998'de perkloratın hem toprakta hem de yeraltı suyunda endişe uyandıran bir kirlenici olarak belirlendiği ve maksimum yeraltı suyu konsantrasyonları 91 mg/L'ye kadar çıktığı belirlenmiştir. Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı'nın (USEPA), NWIRP McGregor'un Amerika Birleşik Devletleri'nde çevresel bir sorun teşkil eden bir kirlenici olan amonyum perkloratı kullandığını, sakladığını ve bertaraf ettiğini belirten belgeler sağladığını bildirildi. Perklorat, NWIRP McGregor sahasından tesis dışındaki mülklere taşınmış ve potansiyel olarak Texas merkezindeki 500.000'den fazla vatandaşın içme suyunu etkilemiştir. ABD Donanması, TCEQ ve USEPA arasındaki işbirliğinin bir sonucu etkili çareler uygulandığında, tesisin tamamı yeniden geliştirme için McGregor Şehrine devredildi. NWIRP McGregor'da yeraltı suyunu iyileştirmek için üç teknoloji kullanılmıştır:

- ❖ Biyolojik akışkan yataklı reaktör (FBR) kullanılarak ex situ arıtma,
- ❖ Biyolojik duvarlar
- ❖ Biyoboringler kullanılarak yerinde in situ arıtma yapılmıştır.

Ex situ arıtma sisteminin kurulduğu sahada birincil yeraltı suyu iyileştirmesi olarak biyolojik duvarlar ve biyo-dolgu (bir organik karışım ile doldurulmuş büyük çaplı toprak sondajları, bioboring) kullanılmıştır. Bu yenilikçi ve uygun maliyetli biyolojik geçirgen biyolojik bariyerler ile, 1999'da gerçekleştirilen ilkel, tezgah ölçekli çalışmalardan tam ölçekli duruma hızlı bir şekilde geçilmiştir. 2002'den 2005'e kadar saha içi ve saha dışı yeraltı sularını iyileştirmek için yaklaşık üç mil biyoduvan kurulmuştur. Sonuç olarak, Deniz Kuvvetleri aşağıdaki temel faktörlere ve önceliklere dayalı olarak yaygın bir biyolojik bariyer iyileştirme inşaat programı geliştirmiştir. 4,000 m'den (13,000 fit) fazla biyoduvan ve 1,300 bioboring, yaz aylarında kuruldu (2005). Biyoduvallar, bir hidrolik ekskavatör (sığ hendekler) veya kaya hendekleri (derin hendekler) ile kazılmış ve mantar kompostu, çam odunu yongaları, soya fasulyesi yağı ve kireçtaşı agregası karışımı ile doldurulmuştur.

Genel olarak, biyoduvan hizalaması temizlendikten ve aşırı yük kaldırıldıktan sonra, biyoduvan'lara hendek açılmış ve dolgu hazırlanmıştır. Enjeksiyon borusunun hazırlanması tasarıma bağlı olarak,

dolgu uygulanmadan önce hendeğin altına veya eklendikten sonra üste yakın bir yere yerleştirilmiştir. Soya fasulyesi yağı veya diğer karbon substratlarının gerektiğinde enjekte edilmesine izin vermek için her hendeğin altına difüzör boruları yerleştirilmiştir (Şekil 4).

Ağustos 2006'da, dört yıllık pasif çalışmadan sonra, yaklaşık 10.000 kg (22.000 pound) emülsiyonlaştırılmış bitkisel yağ ve seyreltme suyu, tam ölçekli sistemin ilk bölümlerinin bulunduğu 15 yerine ve saha dışı biyoduvar segmentine enjekte edilmiştir. Tamamlayıcı organik karbon ilavesi, uzun vadeli işletme ve bakımının bir parçası olarak yürütülen rutin izleme sonuçlarına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4: NWIRP McGregor'da biyoduvar inşaatı (Fotoğraf NAVFAC Southeast'in izniyle)

Bugüne kadar yalnızca bir organik karbon gençleştirme etkinliği tamamlanmıştır. Bu nedenle, emülsifiye edilmiş bitkisel yağ etkinliğinin süresi şu anda bilinmemektedir. Ek substrat enjeksiyonunun uzun vadeli biyolojik duvar etkinliği üzerindeki etkisi, sahada devam eden uzun vadeli yeraltı suyu izlemesi ile değerlendirilmeye devam edilmesi kararlaştırılmıştır. Yeniden enjeksiyonun yıllık olarak veya indirgeme koşullarını sürdürmek için gerektiği kadar gerçekleşmesi şeklinde düşünülmüştür. NWIRP McGregor 'da yeraltı suyu akış hızları yağışa karşı oldukça hassas olduğundan, perklorat kütle deşarjı yıldan yıla değiştiğinden yeniden enjeksiyon sıklığı değişken olabileceği düşünülmüştür.

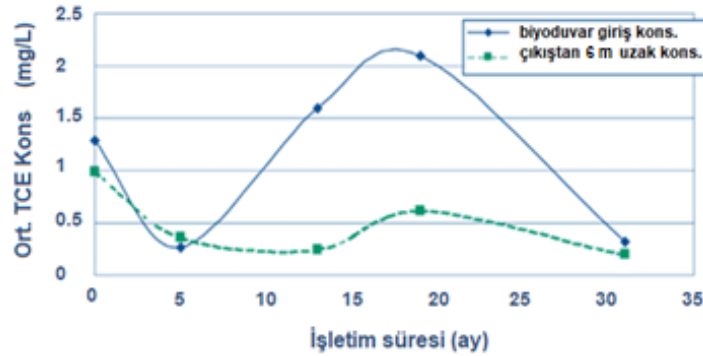
#### **Trikloroeten (TCE) ile Kirlenmiş Yeraltı Sularının Arıtılmasında Kullanılan Malç Biyoduvar Sistemi**

ABD Hava Kuvvetleri Çevre Mükemmelliği Merkezi (AFCEE), Ağustos 2000'de Omaha, NE yakınlarındaki Offutt Hava Kuvvetleri Üssü'nde (AFB) geçirgen reaktif bir biyolojik duvarın pilot ölçekli testini tamamlamıştır. Trikloroeten (TCE) ile kirlenmiş yeraltı suyunun biyolojik indirgeyici klorozlaştırılmasını teşvik etmek için bir elektron vericisi olarak organik malç etkinliğini belirlemek için saha testleri yapıldı. Performans verileri, biyolojik duvarın az bakım gerektiren, uygun maliyetli, yerinde arıtma duvarı teknolojisi olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlara dayanarak, 2001 yılının Temmuz ayında Offutt Hava Kuvvetleri Üssü'nde tam ölçekli yaklaşık 152 m'lik (500 ft) bir biyoduvar kurulmuştur.

Pilot testi, 1942 ile 1945 yılları arasında askeri uçak üretmek için kullanılan bir yerde yapılmıştır. Ortaya çıkan yeraltı suyu kirliliği, Trikloroeten (TCE) konsantrasyonları 2.2 mg/L'ye ulaşan yaklaşık 914 m'lik (3.000 ft) bir buluttan oluştuğu saptanmıştır. Bölgedeki toprak, alüvyal silt ve kilden oluştuğu ve yeraltı suyu yer yüzeyinin yaklaşık 2 m (6 ft) altında bulunduğu belirtilmiştir.

Malç, bitişik bir tarım arazisinde oluşturulacak biyoduvanın indirgeyici kloruzlaştırma süreci için elektron vericisi olarak seçilmiştir. Malç elde etmenin düşük maliyetleri de dikkate alınmıştır. Malç, parçalanmış ağaçlar ve yapraklar kullanılarak sahada üretilmiş ve biyoduvanın geçirgenliğini ve stabilitesini artırmak için 50:50 oranında kaba kumla karıştırılmıştır. Sürekli bir kanal kazıcı kullanılarak, yaklaşık 0.3 m (1 ft) kalınlığında, 30 m (100 ft) uzunluğunda ve 7 m (23 ft) derinliğinde bir biyoduvan oluşturulmuştur. 31 aylık pilot test sırasında beş etkinlikte iki yükseltme, dört aşağı eğim ve iki kontrol kuyusu örnekleştirir.

Örnekleme sonuçları, aerobik bakteriler tarafından organik madde ve oksijen tüketimi nedeniyle düşük oksijen konsantrasyonları ve oksijen azaltma potansiyelleri olduğunu göstermiştir. Nitrat ve sülfat seviyeleri de düşük raporlanmıştır. İndirgeme koşullarının oluştuğuna dair daha fazla kanıt sağlayan metan üretimi gözlemlenmiştir. 31 aylık iyileştirmeden sonra, biyolojik duvarın ortalama Trikloroeten (TCE) uzaklaştırması yaklaşık 6 m (20 ft) aşağı eğimde yaklaşık %70 verimlilikle gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Trikloroeten (TCE) konsantrasyonları değişken olup (0.3-2.1 mg/L), iyileşme sonrasında 0.2-0.6 mg/L seviyelerine düşmüştür. 5 aylık bir iyileştirmeden sonra TCE'nin bir ayrışma yan ürünü olan cis-dikloroetenin (DCE), duvarın mansabında 820 kat artmış olarak belirlenmiştir. Bu seviye ayrışmanın devam etmesiyle cis-DCE vinil klorür, eten ve etana dönüşerek düşmüştür. Şekil 5'de biyoduvanın çıkışından 6m uzaktaki TCE konsantrasyonundaki azalma ile biyoduvanın akış yukarı istikametindeki memba (giriş) konsantrasyonu görülmektedir.



Şekil 5: TCE konsantrasyonunda gözlemlenen değişim (Gonzales vd., 2002)

Offutt Hava Kuvvetleri Üssü'nde (AFB) biyoduvanı kurulum maliyeti yaklaşık 140-360 \$/lineer ft olarak belirlenmiştir. Yerinde üretilmezse (ücretsiz), diğer yerlerdeki uygulamalar için malç yaklaşık 20 \$/yd<sup>3</sup> olarak tahmin edilmiştir. Farklı uygulamalara da dayanarak malç (parçalanmış ağaç ve yaprak karışımı) temelli bir biyoduvanın etkinliğinin yaklaşık 10 yıl sürebileceğini göstermiştir.

#### Altus Hava Kuvvetleri Üssü (Altus), OK. Federal Tesis, RCRA Düzeltici Faaliyeti:

Hava Kuvvetlerinde ait 3,550 dönümlük askeri bölgede çeşitli kaynaklardan geçmişteki kimyasal dökülmelerden kaynaklanan birkaç kirlenici bulutunu ve sahada kapalı bir depolama sahasının sebep olduğu yeraltı suyunda klorlu alifatik hidrokarbon bulutunu temizlemek amacıyla iyileştirme çalışması planlanmıştır. Uygulanan iyileştirme yöntemi, yerinde bir biyoreaktör içeren gelişmiş anaerobik biyolojik iyileştirmeye dayanmaktadır. Kaynak alanlarını arıtmak için bir kuyu sirkülasyon sistemi ve yeraltı suyu kirlenici bulutunu arıtmak için birkaç yerinde biyolojik duvar ile desteklenmiştir.

Altus kenti içinde ve çevresinde daha önce kaldırılmış olan hasarlı ağaç ve çalılardan odunsu atık şeklinde 9 x 9 m biyoreaktör için gerekli organik substratın yaklaşık % 50'sini sağlamıştır. Bu malzeme ile odunsu atık dolgulu 1890 m'lik biyoduvan inşa edilmiş ve işletilmiştir. Ayrıca biyoreaktör ve



biyoduvarlar için gerekli organik substratın yaklaşık % 10'unu yerel pamuk endüstrisinin yan üründen temin etmiştir. Materyal, yakındaki pamuk çırçırlarında ham pamuktan çıkarılan pamuk çapakları, pamuk ve ince dalların bir karışımından oluşmaktaydı.

Biyoreaktör hücresinin ve biyoduvar çukurlarının inşası sırasında yerinden çıkartılan hafriyat toprağı tekrar kullanım için bir kenara bırakıldı. Biyoreaktör için, üst toprak, yaklaşık 60 cm kalınlığında bir örtü tabakası oluşturmak için kullanılmıştır. Hiçbir toprak dolgu döküntüsü içermeyen fazla toprak, biyoreaktöre bitişik olarak yayılmıştır. Biyoduvarlar için, kazılan toprak doldurulmuş hendeklerin üzerinde yığılmıştır.

Zemin yüzeyinin 10 m altına ulaşan derinliklere kadar uzanan biyoduvarları inşa etmek için sürekli tek geçişli bir hendek açma makinesinin kullanılmıştır. Böylece arazi bozulması ve kaynak tüketimi en aza indirilmiştir. Bu ekipmanın kullanımı, hendeklerin cerrahi olarak hassas bir şekilde kazılmasına ve organik materyalin eşzamanlı olarak yerleştirilmesine izin vererek, yakıt yoğun makinelerin iki ayrı alan geçişi ihtiyacını ve geçici olarak açık hendeklerin varlığını ortadan kaldırmıştır.

2002-2005'te ilk 138 m'lik biyoduvardan geçen yeraltı suyundaki toplam klorlu etenler için %88-99 TCE ve toplam klorlu etenler için %18-96 giderim verimliliği elde edilmiştir. 2005 yılında tamamlanan geri kalan biyoduvarda benzer verimliliklere ulaşılmıştır. Organik alt tabakayı emülsiyonlaştırılmış bir Federal Tesis, RCRA Düzeltici Eylem Altus Hava Kuvvetleri Üssü Altus, OK biyobazlı ürün (soya fasulyesi yağı) ile 2008'de yenilemek suretiyle biyolojik duvarlardaki temizleme verimliliği sürdürülmüştür. Beş aylık bir süre boyunca toplam 811.300 pound soya Petrol, biyoduvar'lardan çıkarılan ve biyoduvar boru sistemlerine enjekte edilen 3800 m<sup>3</sup> yeraltı suyu ile sahada iyileştirilmiştir. 2009-2011'de, biyoduvar'ların çoğunda trikloroetilen (TCE) için % 97-99 ve toplam klorlu etenlerde % 94-97 oranında azalma sağlanmıştır.

## 7. SONUÇ

Yeraltı suyunda biyolojik dönüşümü ve dolayısıyla kirletici giderimini artırmak için sürdürülebilir bir teknoloji olan biyoduvar sistemlerinin oldukça fazla uygulama bulduğu bilinmektedir. Biyoduvarlar bir geçirgen reaktif bariyerlerin bir şekli olup; yeraltı sularında, çözünmüş halde bulunan birçok organik ve inorganik kirleticinin giderilmesinde kullanılmaktadır. Kirleticinin yapısına bağlı olarak tespit edilen biyolojik (aerobik, anoksik ve anarobik) ayrışma sürecine uygun reaktif dolgu malzemesi seçilir. Bu teknoloji, mikroorganizmaların faaliyetine dayanmakta olup, kirletici bulutunun kendi kendine temizlemesini sağlar ve dolayısıyla kirleticilerin yayılmasını engellemeyi amaçlar. Biyoduvarlar, hem homojen hem de düşük ile orta geçirgenliğe sahip oldukça heterojen oluşumlarda yeraltı suyu kirliliğinin giderilmesinde etkili olabilmektedir. Kavramsal bir tasarım çalışması sonucunda, teknolojinin gerçekten uygulanabilir ve belirli çevresel koşullar altında uygun maliyetli olduğunu bilinmektedir. Bu yüzden biyoduvarlar, yetersiz tanımlanmış, geniş bir alana yayılmış veya erişilemeyen kaynak alanlarına sahip büyük kirletici bulutları için yeraltı suyundaki kirleticileri gidermede etkili bir yöntem olarak görülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, Ondokuz Mayıs Üniversitesi'ne söz konusu alanda laboratuvar çalışmaları ile araştırma yapmaya PYO.MUH. 1904.21.010 numaralı Bilimsel Araştırma Projesi ile destek verdiği için teşekkürlerini sunmayı bir borç olarak görmektedir.

## KAYNAKLAR

1. AFCEE (US Air Force). (2008). Technical protocol for enhanced anaerobic bioremediation using permeable mulch biowalls and bioreactors, Final Report, Air Force Center for Engineering and the Environment Technical Directorate Environmental Science Division Technology Transfer Outreach Office, Erişim adresi <https://clu-in.org/download/techfocus/prb/Final-Biowall-Protocol-05-08.pdf> (Son erişim 02.05.2021)
2. Aziz, C. E., Hampton, M. M., Schipper M. ve Haas, P. (2001). Organic mulch biowall treatment of chlorinated solvent-impacted groundwater. In Leeson, A., Alleman, B. C., Alvarez, P. J., Magar, V. S. (Ed.). Bioaugmentation, Biobarriers and Biogeochemistry. Battelle Press, Columbus, OH, USA, pp 73–112.
3. Cameron, S. G. ve Schipper, L. A. (2010). Nitrate removal and hydraulic performance of organic carbon for use in denitrification beds. *Ecological Engineering*, 36, 1588-1595.
4. Choi, M., Lin, B., Hamm, R., Viehweger, G., Tolera, H. ve Kolb, T. (2013). Site groundwater management strategies: groundwater metal remediation using Permeable Reactive Barriers, British Columbia Mine Reclamation symposium, doi:<http://dx.doi.org/10.14288/1.0042642>. EPA (2013), Introduction to In situ Bioremediation of Groundwater. Office of Solid Waste and Emergency Response, EPA 542-R-13-018. Erişim adresi <https://semspub.epa.gov/work/11/171054.pdf> (Son erişim 02.05.2021)
5. Clu-in. (2021). Green Remediation Focus, Erişim adresi <http://clu-in.org/greenremediation/profiles/altusafb> (Son erişim 02.05.2021)
6. Coppola, L., Castillo, M. D. P., Monaci, E. ve Vischetti, C. (2007). Adaptation of the biobed composition for chlorpyrifos degradation to southern europe conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 396-401.
7. EnSafe, Inc. (2005), Operation and Maintenance Manual for Biowalls, NWIRP McGregor, Texas. Prepared for the Naval Facilities Engineering Command, North Charleston, SC, USA.
8. FRTR (2020). Federal Remediation Technologies Roundtable, Erişim adresi <https://frtr.gov/matrix/Biowalls/> (Son erişim 02.05.2021)
9. Gonzales, J., Hansen, J., Cork, P. ve Aziz, C. (2002). Mulch Biowall Used to Treat TCE-Contaminated Ground Water. *Technology News and Trends*, 1, 1-2, EPA 542-N-02-003.
10. Interstate Technology and Regulatory Council (ITRC), PRB: Technology Update Team. (2011). *Permeable reactive barrier: Technology update*. Technical/Regulatory Guidance SDMS DOCID#1142231, Washington DC, USA.
11. Liang, S. H., Kao, C. M., Kuo, Y. C. ve Chen, K. F. (2011). Application of persulfate-releasing barrier to remediate MTBE and benzene contaminated groundwater. *Journal of Hazardous Materials*, 185, 1162-1168.
12. Liu, C., Chen, X., Mack, E. E., Wang, S., Du, W., Yin, Y., Banwart, S. A. ve Guo, H. (2019). Evaluating a novel permeable reactive bio-barrier to remediate PAH-contaminated groundwater. *Journal of Hazardous Materials*, 368, 444-451.
13. NAVFAC Naval Facilities Engineering Command (2012). Permeable Reactive Barrier Cost and Performance Report. Final Technical Report, TR-NAVFAC-ESC-EV-1207, NAVFAC Engineering Service Center, Port Hueneme, CA 93043.
14. Newell, C. (2008). *Treatment of RDX & HMX plumes using mulch biowalls, Final Report* (ESTCP Project ER-0426). GSI Environmental, Inc., Erişim adresi <file:///C:/Users/Burcu/Downloads/ER-0426-FR.pdf> (Son erişim 02.05.2021)
15. Stroo, H. F. ve Ward, C. H. (2009). In Situ Bioremediation of Perchlorate in Groundwater, SERDP ESTCP Environmental Remediation Technology. ISBN 978-0-387-84921-8, Springer.
16. Yang, X., Fan, L. T. ve Erickson, L. E. (1995). Bio-wall Technology: Conceptual Design and Analysis. Proceedings of the 10th Annual Conference on Hazardous Waste Research. Erişim adresi <https://engg.ksu.edu/HSRC/95Proceed/yangx.pdf> (Son erişim 02.05.2021)

## SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS, AND COLLABORATIVE LEARNING: A REQUIRED SKILLS FOR LEARNERS

**Faruku ALIYU**

Sokoto State University, Sokoto, orcid.0000-0002-3005-2501

**Corrienna ABDUL TALIB**

Faculty of Social Science and Humanities, Universiti Teknologi Malaysia, orcid.0000-0003-2230-3670

### ABSTRACT

The nature of skills expected of science and engineering graduates required them to collaborate not only in the classroom setting but also in the laboratories during experimentation to enable share skills, experiences, and understanding regarding a phenomenon. It is in view of this that this paper discusses collaborative learning in science. Some of the collaborative learning platforms discussed in this paper include Think-pair share, Jigsaw Technique, Think-Pair-Share, Scaffolding, Brainwriting, Peer Review, Daily Discussion Questions, Break-Out Group Discussions. The paper further discussed some of the benefits of collaborative learning which include developing higher-level thinking skills, solving problems across teams, developing new products, explaining concepts to other departments, build a collaborative learning community, oral communication, self-management, and leadership skills, promotion of student-faculty interaction, increase in student retention, self-esteem, and responsibility, exposure to and an increase in understanding of diverse perspectives. The paper concluded with recommendations for suitable activities for learning in the science, technology, engineering, arts, and mathematics domains.

**Key Words:** Collaboration, STEAM, Learning Domain, Required skills

### Introduction

The development in the global perspectives relates to the unprecedented growth and development in the soft skills such as critical thinking, creativity, collaboration, and communication skills acquired by the graduate of science and technology-based disciplines. Understanding this development made nations strive to inculcate and realize these skills among learners which integrate different disciplines as one entity, hence the evolution of Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM). The nature and difficulty of today's problems make it necessary to equip learners with relevant of these skills to bring about the required manpower and skills for the nation's development. For this reason, Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics as a single entity are receiving serious attention from scholars around the globe which may not be unconnected with it is aims of developing learner's thinking and creative skills. The main target is not just to prepare learners to acquire knowledge but also to have a creative mind by practical implementation of the knowledge (Talib & Aliyu, 2019).

Although Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics as individual disciplines are not new but recently, is attracting serious attention which resulted in researchers engaging in defining ways by which strong and concrete connections can be made between it is various components. This strong connection would raise the interest of students toward learning the discipline (Sinex, Chambers, & Halpern, 2016).

However, these targets are realized when ideas and perspectives from different individual students are integrated to come up with the decision and understanding of a phenomenon in the form of collaborative learning. A collaborative learning environment is an educational approach of using pairs or groups to enhance learning through working together referred to as collaboration. Groups of two or more learners work together to solve problems, complete tasks, or learn new concepts. (Gravemeijer, Stephan, Julie, Lin, & Ohtani (2017) argued that STEAM education seems to be a domain that mainly fits for nurturing 21st-century skills. STEAM aims at developing and fostering such skills as critical thinking, collaboration, problem-solving, and communication which are the major target for the 21st-century generation and could be realized when the learning environment is organized into a collaborative form. According to Virtič & Šorgo (2016) when STEAM education is neglected the society should expect to recruit future engineers among present students who have never attempted to repair a toy. The encouragement of 21st-century skills through the integration of STEAM activities using a collaborative learning environment is therefore expected to bring significant achievement towards realizing the necessary target.

### Collaborative Learning Environment

This is a platform or forum of educational practice where learners are paired or group in a smaller number to share their ideas, skills, knowledge, and experience through working together to solve a specific problem, perform a common task, or learn new concept (Laal & Laal, 2012).



Figure 1: Collaborative Learning Environment (Retrieved from <https://www.slideshare.net>)

When there is a proper collaboration among learners in STEAM education such skills as critical thinking, creativity, communication, problem-solving, and collaboration are greatly influenced and could guide students to recognize the intersection of art, science, technology, engineering, and mathematics. Understanding this intersection increases learners' engagement, motivation, personalizes the learning experience.

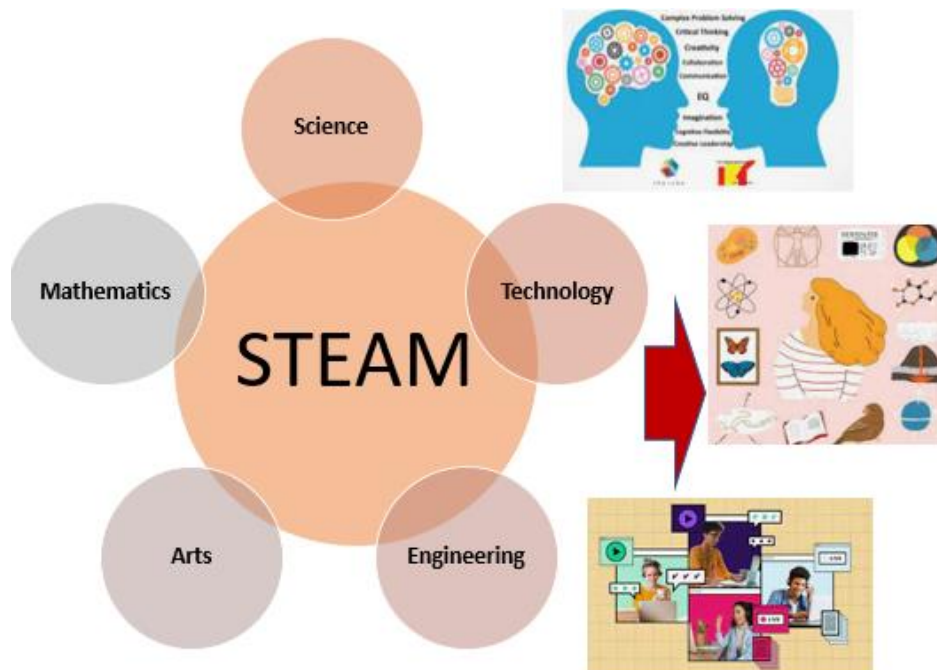


Figure 2: Connection between STEAM and Collaborative Learning Environment (Retrieved from <https://www.slideshare.net>)

The connection between STEAM and collaboration in figure 2 revealed that when learners utilize a collaborative learning environment properly in learning STEAM courses, soft skills such as critical thinking, creativity, collaboration, and communication are greatly and positively influenced which also enable the grasp the intersection among those disciplines.

### Forms of Collaborative Learning

There is various form of collaborative learning environment which could support learning and acquisitions of skills expected from STEAM education. Some of these forms include:

1. **Think, Pair and Share:** In this platform of collaborative learning environment students are allowed to think individually, pair their ideas and share their thoughts, understanding, and generated skills. It involves students working together to generate a solution to a problem or answer a question regarding a phenomenon before them. This strategy requires students to think individually about a topic or answer a question and share ideas with colleagues.



Figure 3: Think, Pair and Share platform (retrieved from <https://www.pinterest.com/>)

2. **Jigsaw Puzzle:** a method of collaborative learning that required organizing classroom activities to make students dependent on each other to succeed in assembling or completing a given task. Students are grouped with a breaking assignment into pieces for each group to assemble or complete a puzzle known as a jigsaw puzzle.



Figure 4: Jigsaw Puzzle platform (Retrieved from <https://www.southernliving.com/>)

3. **Scaffolding:** Students move their current level of understandings to a more advanced one. This process helps children to undertake activities that they usually would not be able to without the help of others.



Figure 4: Scaffolding platform (Retrieved from <https://sudhirmemorialinstituteliluah.com/scaffolding>)

4. **Brain Writing:** an idea-generating method that involves everyone in a group activity. It encourages a group to generate creative ideas verbally. Brainwriting enables a group to generate ideas and solutions to several problems/issues simultaneously on paper.

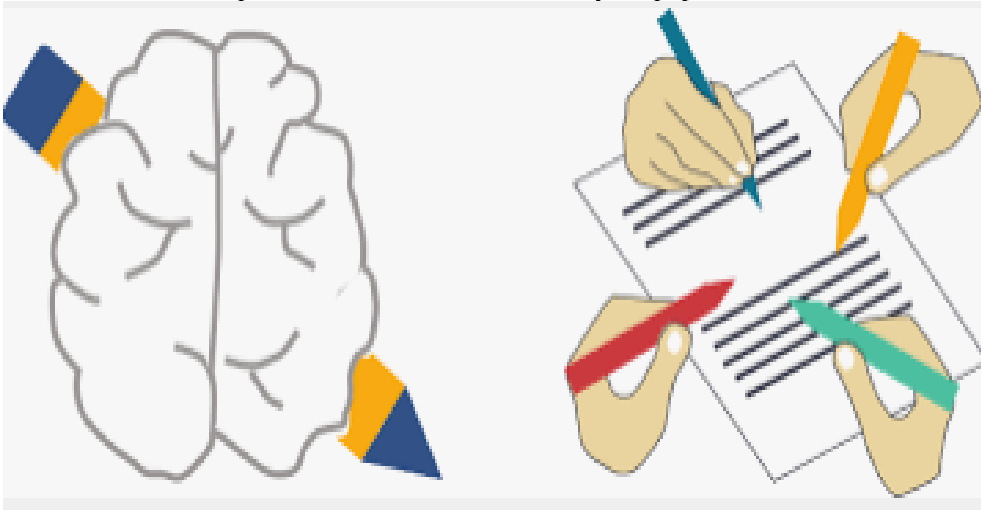
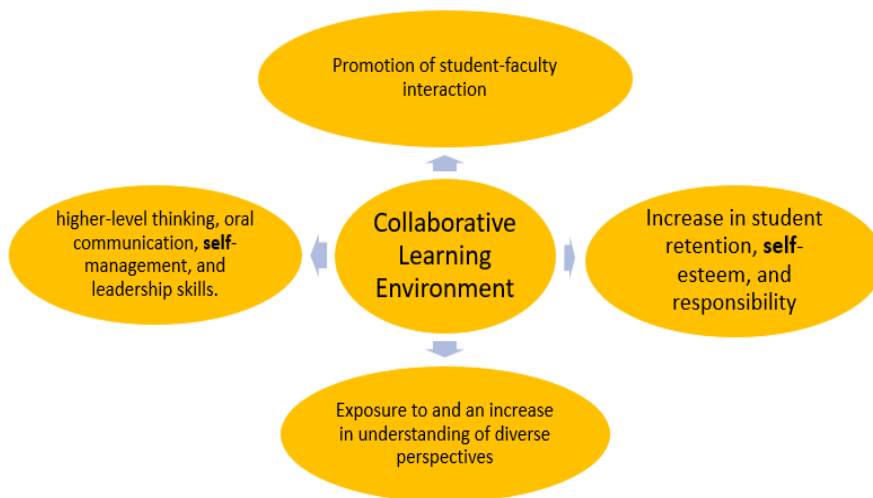


Figure 5: Brain Writing platform (Retrieved from <https://online.visual-paradigm.com/>)

#### **Benefits of Collaborative Learning**

Working together in a collaborative learning environment by students of science, technology, engineering, arts, and mathematics has no doubt influences the way they think and solve real-life problems thereby integrating their ideas, skills, perspectives, and experiences (Laal & Ghodsi, 2012). In a more specific form, the environment facilitates:

- promotion of student-faculty interaction
- higher-level thinking, oral communication, self-management, and leadership skills.
- increase in student retention, self-esteem, and responsibility.
- exposure to and an increase in understanding of diverse perspectives



These sets of skills are enhanced when there is better collaboration in chemistry classroom instruction.

## Conclusion

The paper concluded with recommendations for suitable activities for learning in the science, technology, engineering, arts, and mathematics domains. Models that show representations of ideas, objects, systems, events, or processes that are central in Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics should be utilized in teaching the content.

## References

- Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C., Lin, F., & Ohtani, M. (2017). What Mathematics Education May Prepare Students for the Society of the Future? 105–123. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10763-017-9814-6>
- Laal, M., & Ghodsi, S. M. (2012). Benefits of collaborative learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31(December), 486–490. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.091>
- Laal, M., & Laal, M. (2012). Collaborative learning: What is it? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31(June), 491–495. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.092>
- Sinex, S. A., Chambers, T. L., & Halpern, J. B. (2016). Inspiring Online Collaborative STEAM Learning MRS Advances, 1(56), 3727–3733. <https://doi.org/https://doi.org/10.1557/adv.2016.362>
- Talib, C. A., & Aliyu, F. (2019). The Encouragement of 21st Century Skills through the Integration of STEM Activities in Basic Education, (2016), 773–779.
- Virtič, M. P., & Šorgo, A. (2016). Can We Expect to Recruit Future Engineers among Students who have Never Repaired a Toy? *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(2), 249–266. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1201a>



## İSLAM SANATI GEOMETRİK MİMARİ ISLAMIC ART GEOMETRIC ARCHITECTURE

Aysu SARI ÇETİN

Yüksek İç Mimar– Başkent Üniversitesi ORCID: /0000-0003-3616-785X

### ÖZET

İslam kültürünün çok büyük bir kısmını oluşturan İslam sanatında yer alan geometrik motiflerin günümüze kadar pek çok çeşitli eserleri bulunmaktadır. Dini yapıların mimari formlarında karşımıza çıkan bu motiflerin zamanla gelişerek farklı coğrafyalarda anlamlar taşımaya rağmen motif zenginliğini bakımından daha da ilerlediği görülmektedir. Kullanılan motiflerin belirli bir sistematik biçimde farklı teknikler aracılığıyla uygulanması mimari alanda kalıcı bir şekilde yer edinmesinin sebebi olarak bilinmektedir. İslami mimarlık tarihinde kullanılan malzemelerde bu oranda değişiklikler göstermektedir. Geometrinin gelişmesiyle paralel olarak ilerleyen geometrik motiflerin bilim alanında da yenilikleri beraberinde getirmekte olduğunu görülmektedir. Dünyada birçok örneği bulunan geometrik motiflerin çok eski tarihlere dayandığı verilen örnekler ile görülmektedir. Yakın döneme bakıldığında ise Selçuklu döneminde çeşitli yıldız motiflerinden oluşan geometrik desenler erken Osmanlı döneminde çoklu yıldız motiflerine dönüşmektedir. Geometrik motiflerin bir düzen içerisinde ve belirli bir disiplin anlayışıyla eksiksiz bir biçimde uygulanması İslâm medeniyet tarihinde olduğu görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** İslam mimarisi, İslami motifler, Geometrik sanat, Parşömenler

### ABSTRACT

There are many different works of geometric motifs in Islamic art, which constitute a great part of Islamic culture, to date. Although these motifs, which we encounter in the architectural forms of religious buildings, have developed over time and have meanings in different geographies, it is seen that they have progressed further in terms of the richness of motifs. The application of the motifs used in a certain systematic way through different techniques is known as the reason for their permanent place in the architectural field. The materials used in the history of Islamic architecture vary at this rate. It is seen that geometric motifs, which progress in parallel with the development of geometry, bring along innovations in the field of science. It is seen with the examples given that the geometric motifs, which have many examples in the world, are based on very old dates. Looking at the recent period, geometric patterns consisting of various star motifs in the Seljuk period turn into multiple star motifs in the early Ottoman period. The application of geometric motifs in an order and with a certain discipline understanding is seen in the history of Islamic civilization.

**Keywords:** Islamic architecture, Islamic motifs, Geometric art, Parchemen

### GİRİŞ

İslam kültürünün çok büyük bir kısmını oluşturan İslam sanatında yer alan geometrik motiflerin günümüze kadar pek çok çeşitli eserleri bulunmaktadır. Dini yapıların mimari formlarında karşımıza çıkan bu motiflerin zamanla gelişerek farklı coğrafyalarda anlamlar taşımaya rağmen motif zenginliğini bakımından daha da ilerlediği görülmektedir. Kullanılan motiflerin belirli bir sistematik biçimde farklı teknikler aracılığıyla uygulanması mimari alanda kalıcı bir şekilde yer edinmesinin sebebi olarak bilinmektedir. İslami mimarlık tarihinde kullanılan malzemelerde bu oranda değişiklikler göstermektedir. Geometrinin gelişmesiyle paralel olarak ilerleyen geometrik motiflerin bilim alanında

da yenilikleri beraberinde getirmekte olduğunu görülmektedir. Dünyada birçok örneği bulunan geometrik motiflerin çok eski tarihlere dayandığı verilen örnekler ile görülmektedir.

Yakın döneme bakıldığında ise Selçuklu döneminde çeşitli yıldız motiflerinden oluşan geometrik desenler erken Osmanlı döneminde çoklu yıldız motiflerine dönüşmektedir. Geometrik motiflerin bir düzen içerisinde ve belirli bir disiplin anlayışıyla eksiksiz bir biçimde uygulanması İslâm medeniyet tarihinde olduğu görülmektedir. Geometrik motifler çeşitli kültür ve coğrafi alanlarda camiler, medreseler ve saraylar, tapınaklar ve gösterişli yapılarda her zaman karşımıza çıkmaktadır. Kullanım alanı olarak süslemeler, tezhip, minyatür, ka'ıtı, cilt gibi kitap sanatlarında kullanıldığı gibi ahşap, alçı, tuğla, çini ve taş malzeme ile halı ve kumaşlara kadar birçok yerde bu motiflerin uygulandığı görülmektedir. Sümer ve Antik Mısır da bilim ve geometri alanındaki gelişmeler geometrik mimariye yansımalarıyla Piramitlerin ortaya çıktığı görülmektedir bu rağmen süsleme sanatında ise geometrik motiflerin belirli bir yere kadar uygulandığı görülmektedir. Doğu ya baktığımız da Karahanlılar'da bu motiflere rastlanılmaktadır. Şam Emeviye Camii'nde mermer pencere şebekeleri geometrik süslemenin sistemik ve disiplinli bir şekilde uygulandığını göstermektedir. Batı Türkistan'da XI. ve XII. yüzyıllar bezemesi genel olarak tuğla ile yapılmış geometrik yüzey işlemesidir.

Roma ve Pers kültürlerinde ise tapınaklarda görülmesinin yanı sıra zemin döşemelerinde çok sık kullanıldığı görülmektedir.

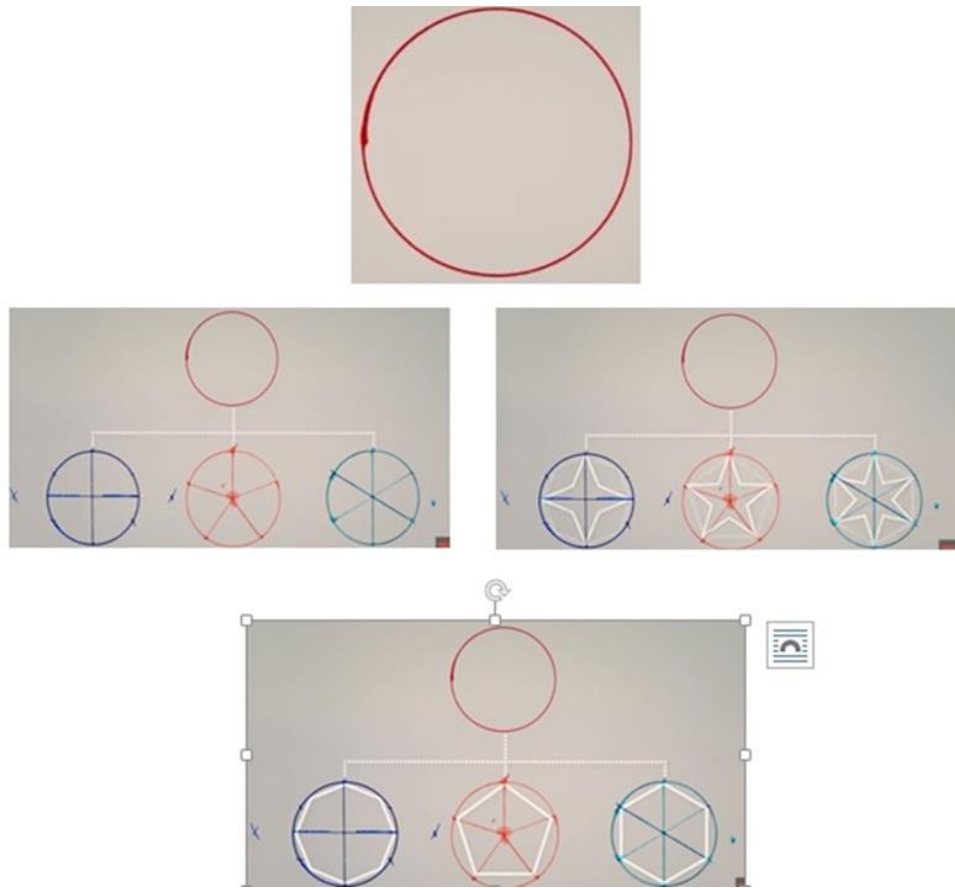


Kaynak:

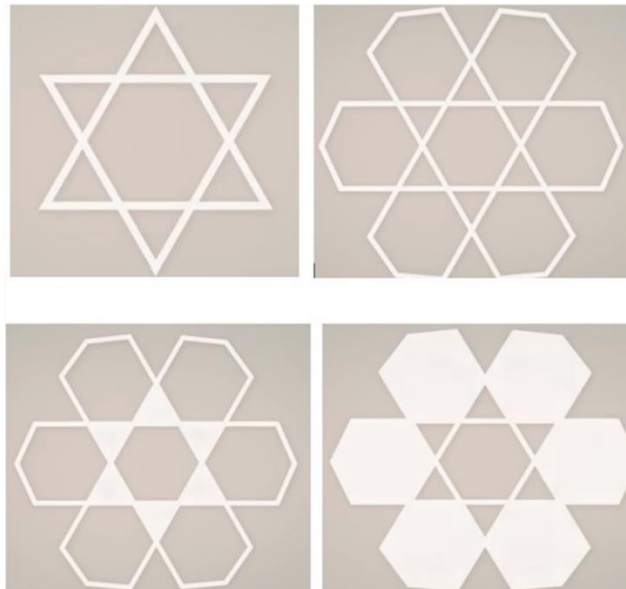
Bilimin ve geometrinin gelişmesiyle İslam Kültürü de gelişerek bu motifleri hem koruyarak hem de ilerleterek yeni motifler ortaya çıkarmışlardır. Bu döneme de İslam Kültürünün Altın çağı adını vermişlerdir. Halılarda ve kumaşlarda çiçekli motifler uygulamışlardır.

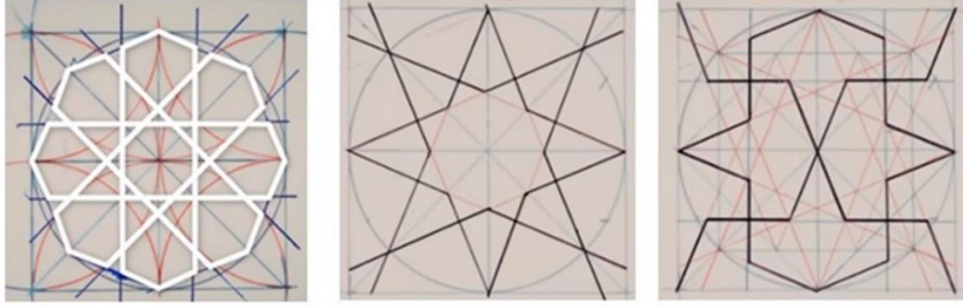


Bu motiflerin ortaya çıkması sürecinde; aşağıdaki çizgisel metotlar izlenmektedir.



**Kaynak:** Broug, 2019

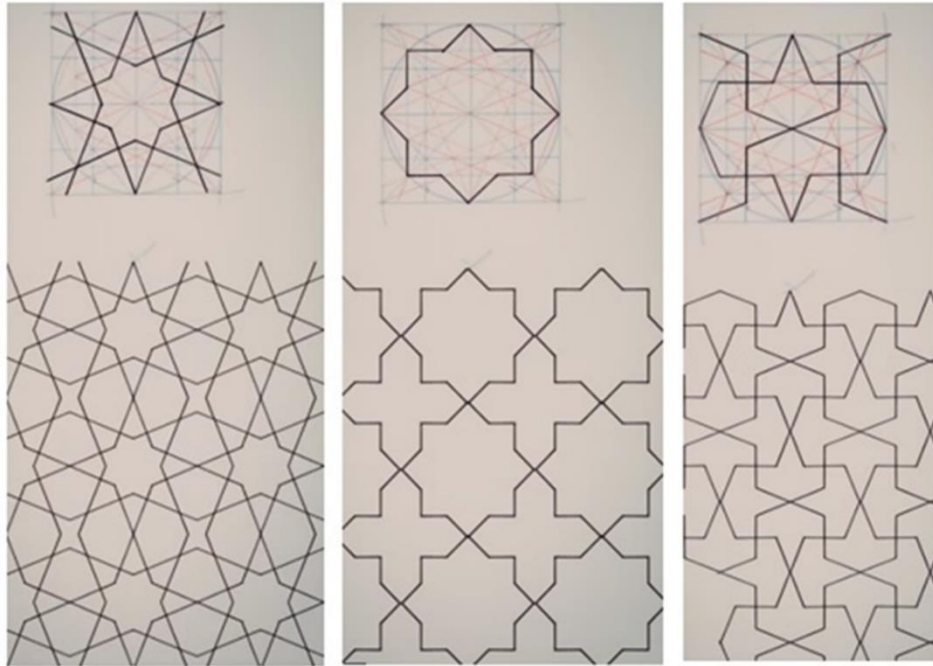




**Kaynak:** Broug, 2019

Belirli bir düzen içinde çizilen çizgilerin sonucunda ortaya çıkan mimari motife Mozaikleştirme ismi verilmektedir. Ve birçok motif bu şekilde elde edilmektedir.

4 katlı desenlerin karesel, 6 katlı desenlerin ise altıgen klavuz desen olarak şekillenmektedir. En zor olan ise 5 katlı desenleri mozaikleştirmektir. Bunun sebebi yüzeyi düzenli biçimde doldurmadıkları içindir. Bu yüzden farklı geometrik şekillerde eklenerek karmaşık bir sistem oluşturulmaktadır. (Broug, 2019)



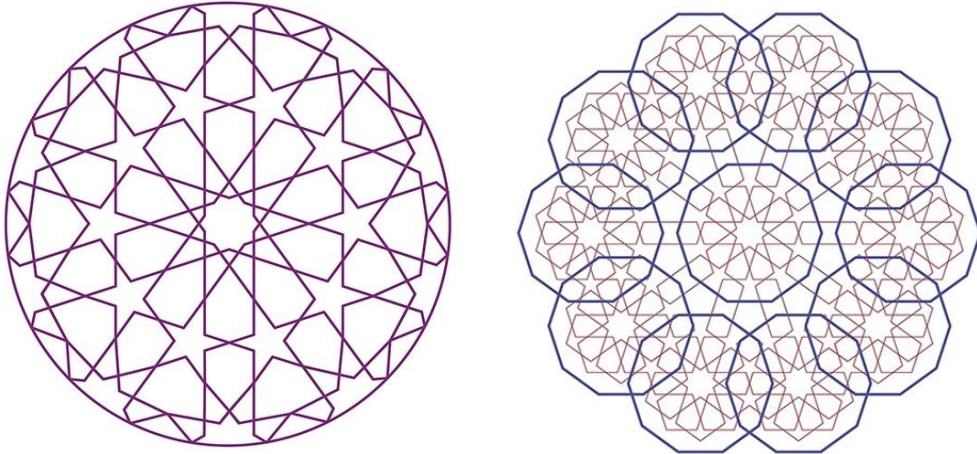
**Kaynak:** Broug, 2019

İslam sanatında canlıların veya nesnelerin, objelerin İslami yapılar içerisindeki mekanlarda temsili veya tasvir edilmesi yasaktır. Yapılardaki dekorasyonlar sebeple geometrik biçimler kullanılarak yapılmaktadır.



**Kaynak:** ensar.org

Çizgilerin ortaya çıktıktan sonraki geometrik sistemi



**Kaynak:** istanbultasarimmerkezi.org

Farklı motiflerin bir araya gelerek oluşturdukları desenler



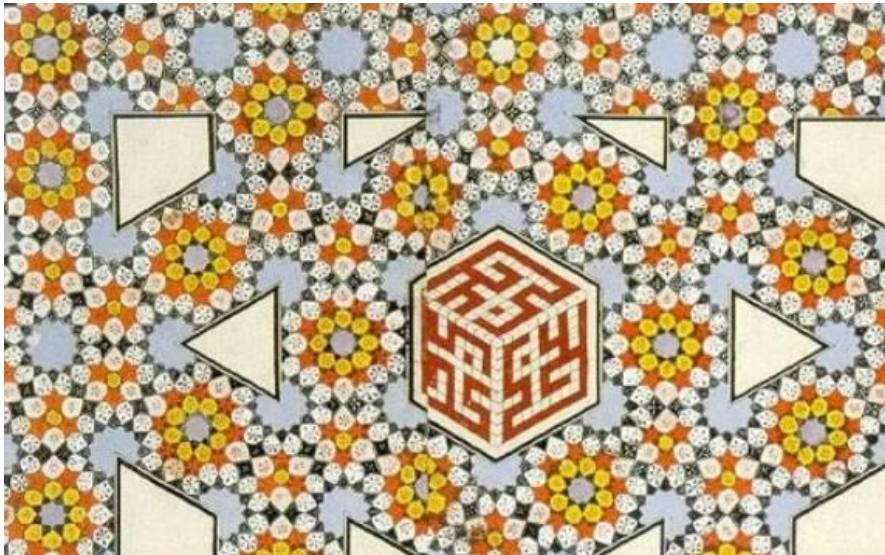
**Kaynak:** [www.matematiksel.org](http://www.matematiksel.org)

Selçuklular döneminde yıldız şekillerinde çok farklı uygulamalar yapılmıştır. Erken Osmanlı Döneminde ise çoklu yıldız sistemleri devam etti. Klasik dönemde ise, süslemeye az yer verilmiştir. Farklı sayıda yıldız kolları içeren desenler olmamakla birlikte, özellikle beşgen kurgulu sistemlerde muazzam tasarım örneklerine rastlanılmaktadır.

Camilerde tavan kısmında uygulanan motifler

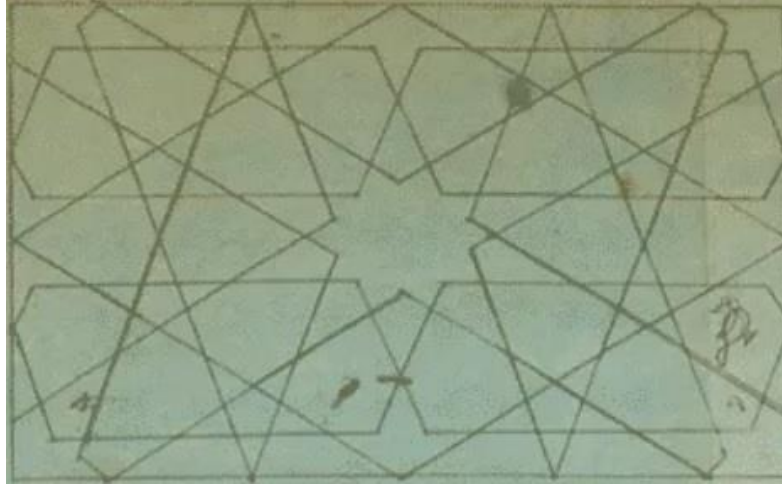


Topkapı parşömeni ise 110 farklı desen içermektedir. Bozulmadan bu güne kadar gelen günümüze parşömenlerin arasında en önemlisi olarak bilinmektedir.



**Kaynak:** [www.matematikselsel.org](http://www.matematikselsel.org)

İran Devleti Baş mimarı Mirza Akbar tarafından çizilen bu geometrik çizimler müzede muhafaza edilerek sergilenmektedir.



**Kaynak:** [www.matematiksel.org](http://www.matematiksel.org)

Motiflerin ortak özellikleri süreklilik hissinin vermesidir. Marakeş, Konya, El Hamra da bu motiflerin kullanıldığı bilinmektedir.



**Kaynak:** Broug, 2019

1453 senesinde İran’da yapılmış olan Darb-i İmam Camisi kemeri üzerinde bulunan motifler. Açık mavi renkteki büyük beşgenler büyük ölçekteki girih döşemesi, küçük beyaz beşgenler ise daha küçük girih döşemesi ile elde edilmiş.



**Kaynak:** [www.matematiksel.org/](http://www.matematiksel.org/)



**Kaynak:** ensar.org

Bursa Yeşil Camii kemer süslemeleri. (1424)



**Kaynak:** www.matematiksel.org

İslami motiflerin karmaşık biçimde iç içe geçmesiyle ve desenlerin kendisini yinelemesiyle taş veya tavan uygulamaların da kullanılan bu çizgiler geometrik mimarinin inceliklerini ortaya koymaktadır.

## SONUÇ

İslam sanatının birçok motifi içinde barındırdığı, bu motiflerin hangi şekilde ortaya çıktığı camilerde ve diğer İslam yapılarında nerelerde kullanıldığı anlatılmıştır. Bilimin muazzam bir biçimde geometriyle birleşmesinden İslam sanatında geometrik eserlerin muazzam bir şekilde ortaya çıkarak yapıları süslemektedir. Kullanılan renkler ve motiflerin hepsinin bir anlam taşımakta olduğu görülmektedir ve uygulanan renklerde sıcak tonların kullanılması da dikkat çekmektedir. Aynı biçimde izlenen yol ile çok farklı ortaya çıkması ise sanatın farklı yansımalarını ortaya koymaktadır.

## Kaynakça

- Broug, E. (2019). İslam Sanatında Geometrik Desenler. KlasikYayımları 3.cü baskı, İstanbul, Türkiye.
- [https://istanbultasarimmerkezi.org/islam-sanatinda-geometrik-desenler-atolyesi\\_L79.html](https://istanbultasarimmerkezi.org/islam-sanatinda-geometrik-desenler-atolyesi_L79.html)
- <https://www.matematiksel.org/orta-cag-islam-sanatindaki-sasirtici-geometri/>
- [https://ensar.org/hopa/4-uluslararasıugslamsanatugndageometrikdesenler-alugcgtayug3-g-sn-s\\_H1674.html](https://ensar.org/hopa/4-uluslararasıugslamsanatugndageometrikdesenler-alugcgtayug3-g-sn-s_H1674.html)
- <https://www.trthaber.com/haber/kultur-sanat/kinik-hoyukte-bir-tapinak-daha-bulundu-376405.html>
- <https://www.fotokart.shop/blog/islam-sanati-ve-mimarisindeki-yukse-geometri/>



## MATEMATİK BÖLÜMÜNDE OKUYAN ÖĞRENCİLERİN TÜREV KONUSU HAKKINDAKİ TUTUMLARI

THE ATTITUDES OF STUDENTS IN THE DEPARTMENT OF MATHEMATICS ON THE  
SUBJECT OF DERIVATIVES

**Dinçer ATASOY**

Öğr. Gör. İğdır Üniversitesi, ORCID: 0000-0003-0389-1059, (Sorumlu Yazar)

**Hasan KARA**

Öğr. Gör. Dr. İğdır Üniversitesi, İğdır, ORCID: 0000-0001-9828-9006

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı matematik bölümünde okuyan öğrencilerin türev konusu hakkındaki tutumlarını ölçmektir. Öğrencilerin türev konusuna bakış açıları çeşitli boyutlarda araştırılmıştır. Çalışmada 2020-2021 akademik yılında öğrenim gören 82'si erkek 112'si kadın olmak üzere 194 matematik bölümü öğrencisine üç boyut ve 5'li likert ölçeğine sahip 40 maddeden oluşan soru sorulmuştur. Lise öğrenimi boyunca takviye kursu alan öğrenciler ile takviye kursu almayan öğrencilerin, türev konusuna bakışlarında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Öğrencilerin ÖSYM matematik testinde doğru çözdükleri soru sayısına göre, üniversitedeki analiz dersinde gördükleri türev konusuna olumlu bakış sağladığı görülmüştür. Çalışmada (Kara, 2014) tarafından geliştirilen İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Türev Konusuna Yönelik Tutumları adlı ölçek kullanılmıştır. Çalışmada bilişsel boyut, davranışsal boyut ve problem çözme boyutu olmak üzere üç boyutta oluşan maddelere göre SPSS paket programı kullanılarak faktör analizi yapılmış ve KMO değerlerine göre bazı maddeler uçlarda yer aldığı için ölçekten çıkarılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Türev Tutumu, Matematik Öğrencileri, Türev Değerlendirmesi

### ABSTRACT

The aim of this study is to measure the attitudes of students studying in the mathematics department about the derivative subject. Students' perspectives on derivative issue have been investigated in various dimensions. In the study, 194 mathematics students, 82 male and 112 female, studying in the 2020-2021 academic year, were asked a question consisting of 40 items with three dimensions and a 5-point Likert scale. It was investigated whether the students who took the reinforcement course and the students who did not take the reinforcement course during their high school education differ in their views on derivatives. According to the number of questions that students solved correctly in the ÖSYM mathematics test, it was observed that they had a positive view on the derivative issue they saw in the analysis course at the university. In the study, a scale named Primary Mathematics Teacher Candidates' Attitudes Towards the Subject of Derivatives developed by (Kara, 2014) was used. In the study, factor analysis was performed using the SPSS package program according to the items in three dimensions, namely cognitive dimension, behavioral dimension and problem solving dimension, and some items were removed from the scale due to KMO values.

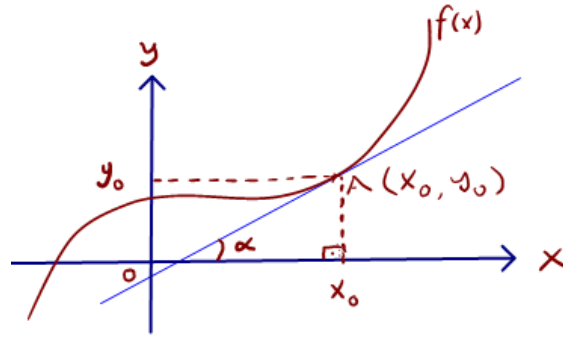
**Key Words:** Derivative Attitude, Mathematics Students, Derivative Evaluation

## GİRİŞ

### Türev

Grabnier'e göre türev farkında olmadan kullanıldı, daha sonra bu kullanım deneme yanılma yöntemi ile geliştirildi ve daha sonra da tanımlandı. Matematikte söz sahibi olan Cauchy, Leibniz, Langrange ve Newton'unun çalışmalarına dikkat edilirse türevin gelişim aşamaları yukarıdaki iddiayı doğrulamaktadır. Çünkü 1637-38 tarihlerinde P. Fermat ve R. Descartes, 1669 tarihinde Newton, 1684 yılında G.W. Leibniz, 1775 yılında L. Euler, 1797 yılında J.-L. Lagrange, 1823 yılında A.-L. Cauchy, 1861 yılında K. Weierstrass türev hakkında önemli çalışmalar yapmışlardır. (Grabiner, 1983) Matematik, mühendislik fizik, ekonomi, kimya ve istatistikte karşılaşılan konulardan biri, değişkene verilen bir artmanın fonksiyonda getireceği değişikliğin, değişkendeki artmaya oranının limit durumudur. Bu durum matematikte teğetin eğimi, fizikte hız ve ivme, kimyada reaksiyon hızı, ekonomide marjinal gelir ve marjinal fiyat kavramlarını açıklamada kullanılır ve buna türev denir. (Balcı, 2000)

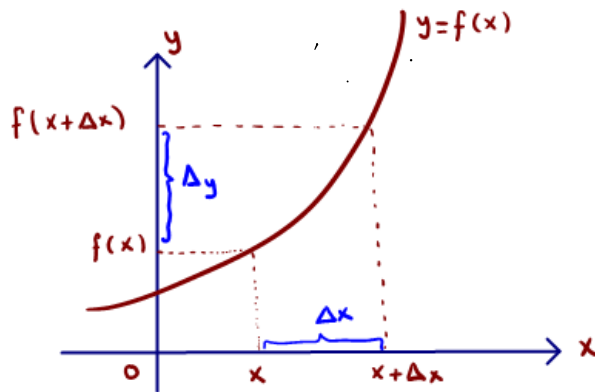
Türevin çeşitli tanımları vardır. Bu tanımlardan en yaygın olanı; herhangi bir eğri için üzerindeki bir noktadan çizilen teğetin ve bu teğet doğrusunun denkleminin bulunması türevin esas amacıdır. (Wright, 2009). Teğet doğrusunun x eksenine pozitif yönde yaptığı açının tanjant değeri fonksiyonun  $x_0$  noktadaki birinci türevinin değeridir ve  $f'(x_0)$  ile gösterilir. (Lax, 2014)



Şekil 1. Türev teğet denklem grafiği

Şekil 1' de verilen grafiğe göre fonksiyonun  $x_0$  noktasındaki türevi teğet doğrusunun eğimini verir.

$$f'(x_0) = \tan \alpha = \frac{y_0}{x_0} \text{ denklemi ile bulunur.}$$



Şekil 2. Değişim grafiği

Şekil 2' de verilen grafiğe göre  $y = f(x)$  ile verilen bir  $f$  fonksiyonu  $x$  in bir komşuluğunda tanımlı olsun.  $x$  değişkenine  $\Delta x$  artması verildiğinde fonksiyondaki değişme miktarı  $\Delta y = f(x + \Delta x) - f(x)$  olur. Bu durumda fonksiyondaki değişimin değişkendeki değişmeye oranı  $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$  olur (Balcı, 2000).

$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$  limitine  $y = f(x)$  fonksiyonunun türevi denir.

$$y', f'(x), \frac{dy}{dx}, \frac{d(f(x))}{dx}, D_x y, D_x f(x)$$

Sembollerinden biri ile gösterilir. Burada  $\Delta x = h$  alınırsa  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$  olur.

$A \subset R, f: A \rightarrow R, y = f(x)$  sürekli bir fonksiyon olsun.  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$  limitine  $y = f(x)$  fonksiyonunun türevi denir. (Kadioğlu, 2005)

$A \subset R, a \in A$  ve  $f: A \rightarrow R, y = f(x)$  sürekli bir fonksiyon olsun.  $\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$  limitine veya  $x = a + h$  yazmakla elde edilen  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(a)}{h}$  limiti varsa  $f$  fonksiyonuna  $a$  noktasında türevlenebilir ya da diferansiyellenebilir denir.

Eğer  $\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$  limitinde  $a$  dan büyük değerlerle  $a$  ya yaklaşıyorsa bu limite  $a$  noktasındaki sağ taraflı türev adını alır ve  $\lim_{x \rightarrow a^+} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$  ile gösterilir.

Eğer  $\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$  limitinde  $a$  dan küçük değerlerle  $a$  ya yaklaşıyorsa bu limite  $a$  noktasındaki sol taraflı türev adını alır ve  $\lim_{x \rightarrow a^-} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$  ile gösterilir. (Thomas, 2001)

## Tutum

Bireyin öğrenmeyle kazandığı davranışlarına yön verdiği ve belli bir kararı almasında onu yönlendirmesine sebep olan olgudur (Şimşek, 2016). Tutum, bireyin bir obje ile alakalı duygu ve düşüncelerini birliktelik ve kararlılık getiren kavram olarak sosyal psikolojinin bir araştırma konusudur. (Tavşancıl, 2014). Tutum, belirli nesne, durum, kurum, kavram ya da diğer insanlara karşı öğrenilmiş, olumlu ya da olumsuz tepkide bulunma eğilimidir. Tutumlar doğuştan gelmez, yaşanarak kazanılır. Yani tutumlar yaşantılar yoluyla kazanılmıştır (Memiş, 2012). Tutum, bireyin herhangi bir grup şeye, bireylere, olaylara ve çok çeşitli durumlara karşı bireysel etkinliklerindeki seçimini etkileyen kazanılmış içsel bir durumdur (Senemoğlu, 2001). Tutum, bir davranış değil, bireyi davranış yapmaya hazırlayan bir eğilimdir. Örneğin öğrencinin öğrenmeyi istemesi, öğrenciyi öğrenmeye güdüler, bunun neticesinde öğrenci öğrenme sürecinin gerektirdiklerini yapmaya başlar (Başaran, 2000). Eğer bireyin bir şeye karşı olumsuz bir tutumu varsa, birey o şey hakkında olumsuz ifadeleri benimseyecek ve olumsuz inançlar geliştirecektir (Yılmaz, 2006).

Bir bireyin bulunduğu ortam ve konum tutumlarının davranışa dönüşmesine bazen negatif yönde bazen de pozitif yönde etki eder. Tutum ile davranış arasındaki ilişkinin ölçümünü sınırlı kılan etkenler de vardır. Bunlar bireyi kuşatan çevresel etkenler ve tutum ölçme ile ilgili varsayımlardır. Bu etkenlerden dolayı tutum ile davranış arasında bir tutarsızlık görülmesi olasıdır. (Kara, 2014).

Türev hakkındaki tutum incelendiğinde, konuya vakıf olmayan bireyin ön yargılı olarak soruları çözemeyeceğini konun ya da sorunun çok zor olduğunu söylemesi olası bir durumdur. Aslında bu durum matematik fobisi olarak da değerlendirilebilir. (Atasoy, 2018) Matematik tutumu ile matematik başarısı arasındaki ilişkinin varlığı uzun süredir bilinmektedir. Pozitif tutuma sahip olmak, matematik başarısının yüksek olmasına katkıda bulunmaktadır. Matematiğe karşı olumlu bir tutum geliştirmek matematik eğitiminin en önemli amaçlarından biridir (Reyes, 1984). Matematiği insan yaşamından koparmak mümkün değildir. Çünkü günlük alışveriş yapmamızdan en ileri matematiksel işlemlere varıncaya kadar matematik yaşamın her alanında kullanılmaktadır (Yılmaz, 2006)

## MATERYAL VE YÖNTEM

Tutum ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalardan bazıları şu şekildedir; Özgür (1994) tarafından kullanılan 33 maddelik "Öğretmenlik Mesleği Tutum Ölçeği" adlı çalışma, Duatepe ve Çilesiz (1999) tarafından kullanılan 44 maddelik "Üniversite Birinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik

Dersine Karşı Tutumları” adlı ölçek, Bindak (2004) tarafından kullanılan “Lise Öğrencilerinin Geometri Dersine Yönelik Tutumu” adlı ölçek, Kara (2014) tarafından kullanılan “İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Türev Konusuna Yönelik Tutumları” adlı ölçek, Atasoy (2018) tarafından kullanılan “Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Matematik Fobisi Üzerine Bir Araştırma” adlı çalışmadır.

### Çalışma Grubu

Bu çalışmada Kara (2014) tarafından kullanılan “İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Türev Konusuna Yönelik Tutumları” adlı ölçek kullanıldı. Çalışmada 2020-2021 akademik yılında öğrenim gören 82’si erkek 112’si kadın olmak üzere 194 matematik bölümü öğrencisine üç boyut ve 5’li likert ölçeğine sahip 40 maddeden oluşan soru sorulmuştur. Lise öğrenimi boyunca takviye kursu alan öğrenciler ile takviye kursu almayan öğrencilerin, türev konusuna bakışlarında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Çizelge 1’de, birinci sınıf öğrencisi 102 kişi olarak grubun %52,6’sını, ikinci sınıf öğrencisi 44 kişi olarak grubun %22,7’sini, üçüncü sınıf öğrencisi 29 kişi olarak grubun %14,9’unu ve dördüncü sınıf öğrencisi 19 kişi olarak grubun %9,8’ini oluşturmaktadır. Cinsiyetlerine göre bakıldığında ise grubun %57,7’sini kadınlar ve %42,3’ünü ise erkekler oluşturmuştur.

Çizelge 1. Öğrencilerin sınıf ve yaş bilgileri

|                | Sınıf |       |                    |       | Cinsiyet |       |                    |
|----------------|-------|-------|--------------------|-------|----------|-------|--------------------|
|                | f     | %     | Cumulative Percent |       | f        | %     | Cumulative Percent |
| Birinci sınıf  | 102   | 52,6  | 52,6               | Erkek | 82       | 42,3  | 42,3               |
| İkinci sınıf   | 44    | 22,7  | 75,3               | Kadın | 112      | 57,7  | 100,0              |
| Üçüncü sınıf   | 29    | 14,9  | 90,2               | Total | 194      | 100,0 |                    |
| Dördüncü sınıf | 19    | 9,8   | 100,0              |       |          |       |                    |
| Total          | 194   | 100,0 |                    |       |          |       |                    |

Çizelge 2’de görüldüğü üzere, lise öğrenimi süresince “sadece özel ders aldım” diyen öğrenciler %2,6, “hem dershaneye/etüt merkezine gittim hem de özel ders aldım” diyen öğrenciler %4,1, “sadece dershaneye/etüt merkezine gittim” diyen öğrenciler %53,9 ve “herhangi bir takviye almadım” diyen öğrenciler %39,7 dir. ÖSYM alan sınavındaki 40 sorudan 1-10 arası doğru yapan öğrenciler %4,1, 11-20 arası doğru yapan öğrenciler %33, 21-30 arası doğru yapan öğrenciler %41,2 ve 31-40 arası doğru yapan öğrenciler %21,6 dir.

Çizelge 2. Öğrencilerin takviye kursuna gitmesi ve ÖSYM alan sınavında doğru yaptığı sorular

|   | Kurs |       |                    |       | ÖSYM |       |                    |
|---|------|-------|--------------------|-------|------|-------|--------------------|
|   | f    | %     | Cumulative Percent |       | f    | %     | Cumulative Percent |
| Sadece özel ders aldım                                      | 5    | 2,6   | 2,6                | 1-10  | 8    | 4,1   | 4,1                |
| Hem dershaneye/etüt merkezine gittim hem de özel ders aldım | 8    | 4,1   | 6,7                | 11-20 | 64   | 33,0  | 37,1               |
| sadece dershaneye/etüt merkezine gittim                     | 104  | 53,6  | 60,3               | 21-30 | 80   | 41,2  | 78,4               |
| Herhangi bir takviye almadım.                               | 77   | 39,7  | 100,0              | 31-40 | 42   | 21,6  | 100,0              |
| Total   | 194  | 100,0 |                    | Total | 194  | 100,0 |                    |

### Veri Toplama Aracı

Çalışmada veri toplamak amacıyla, Google Drive üzerinden hazırlanan anket formu online olarak 194 matematik bölümü öğrencisine ulaştırılmış ve onlardan gelen dönütlerle elde edilmiştir. Bu anket formu, üniversite öncesi matematik eğitimi ile ilgili olan sorular ve üniversite öğrenimi boyunca türev tutumu ile ilgili sorular olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur. Türev tutumu için 5’li likert ölçeğine sahip 40

maddeden oluşan soru sorulmuştur. Bu soruların 16 tanesi davranışsal boyuttan, 17 tanesi bilişsel boyuttan ve 7 tanesi ise problem çözme boyutundan oluşmaktadır. Çalışmanın örneklemini, 2020-2021 Eğitim-Öğretim yılında matematik bölümünde öğrenim gören 194 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan “İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Türev Konusuna Yönelik Tutumları” ölçeği Kara (2014) tarafından geliştirilmiştir. Bu ölçek beşli likert tipindedir ve 40 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte olumlu maddeler; kesinlikle katılıyorum (5), katılıyorum (4), kararsızım (3), katılmıyorum (2), kesinlikle katılmıyorum (1) şeklinde yapılan dereceleme şeklinde yapılan dereceleme ile tutum yoğunluğunun saptanması amaçlanmıştır.

### Verilerin Çözümlemesi

Çalışma için toplanan verilere 1’den 194’e kadar numara verilerek, bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Verilerin analizi SPSS 25.0 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin analizinde yüzdelik dökümleri, aritmetik ortalama ve t-testi kullanmıştır. Bu araştırmada önem düzeyi 0,05 ve 0,01 olarak alınmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Ölçeğin Geçerlilik Çalışması

Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett Sphericity testini kullanarak verilerin faktör analizine uygun olup olmadığına karar verilmelidir. Faktör analizi, çok sayıdaki değişken arasındaki ilişkiyi maksimum, gruplar arasındaki ilişkiyi ise minimum yaparak, grupları yeni değişkenlere dönüştürebilen bir analiz türüdür. (Karagöz, 2017). KMO testinde bulunan değer 0,50’nin altında ise kabul edilmez. 0,50 ise zayıf, 0,60 orta 0,70 ise iyi, 0,80 ise çok iyi ve 0,90 ise mükemmeldir. (Tavşancıl, 2014)

Çizelge 3. KMO ve Barlet Testi

| KMO and Bartlett's Test                          |                    |          |
|--|--------------------|----------|
| Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. |                    | ,892     |
| Bartlett's Test of Sphericity                    | Approx. Chi-Square | 3659,919 |
|  | df                 | 780      |
|  | Sig.               | ,000     |

Çizelge 3’te görüldüğü üzere, araştırmada elde edilen verilerin KMO değeri 0,89 olduğu için çok iyi ve mükemleme yakın bir ilişki vardır. Burada  $p=0,000<0,05$  olduğundan Bartlett küresellik testinin sonucu anlamlıdır. Ki kare değeri = 3659,9; Sd = 780 elde edilmiştir. Bu bilgiler ışığında veriler açımlayıcı faktör analizine uygundur.

### Ölçeğin Güvenirlik Çalışması

18 madde için maddeler arası korelasyon Cronbach Alpha güvenirlilik katsayısı  $0,90>0,70$  olduğundan ölçeğin güvenilir olduğu söylenebilir (Karagöz, 2017). Ölçekte kullanılan 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 27. maddeler bilişsel boyuttadır. 15, 24, 29, 32, 33. maddeler davranışsal boyutta ve 20, 28, 31. maddeler problem çözme boyutunda yer almaktadır.

Çizelge 4. Cronbach Alpha Güvenirlik Katsayısı

| Reliability Statistics |  |            |
|------------------------|--|------------|
| Cronbach's Alpha       | Cronbach's Alpha Based on Standardized Items | N of Items |
| ,901                   | ,901   | 18         |

Çizelge 5’te görüldüğü üzere, ölçekte yer alan boyutların güvenirlilik katsayıları ise, davranışsal boyutun Cronbach Alpha katsayısı 0,900; bilişsel boyutun Cronbach Alpha katsayısı 0,896; problem çözme

boyutunun Cronbach Alpha katsayısı 0,894 ve ölçeğin tamamının Cronbach Alpha katsayısı 0,901 olarak bulunmuştur. Ölçeğin güvenilirlik değeri olan  $\alpha$ ,  $0,80 \leq \text{Cronbach Alpha katsayısı } (\alpha) \leq 1$  arasında olduğu için ölçek yüksek derecede güvenilir bir ölçektir. (Karagöz, 2017)

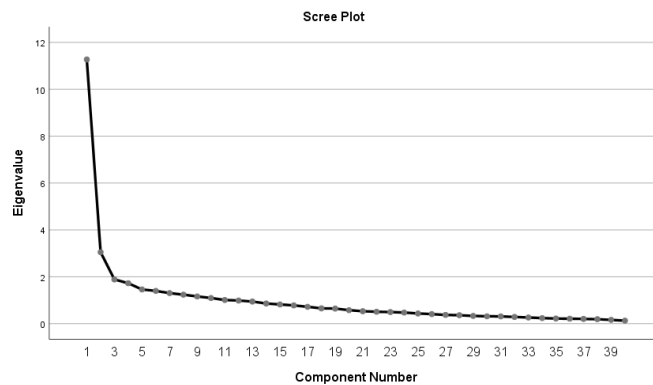
**Çizelge 5. Cronbach Alpha Güvenirlik Katsayısı Tablosu**

| Maddeler | Maddeler Silindiği Takdirde Cronbach Alpha | Maddeler | Maddeler Silindiği Takdirde Cronbach Alpha |
|----------|--|----------|--|
| S3       | 0,891                                      | S15      | 0,896                                      |
| S4       | 0,893                                      | S20      | 0,898                                      |
| S5       | 0,892                                      | S24      | 0,899                                      |
| S6       | 0,892                                      | S27      | 0,891                                      |
| S7       | 0,893                                      | S28      | 0,903                                      |
| S11      | 0,892                                      | S29      | 0,902                                      |
| S12      | 0,895                                      | S31      | 0,906                                      |
| S13      | 0,892                                      | S32      | 0,901                                      |
| S14      | 0,892                                      | S33      | 0,901                                      |

Çizelge 6’da görüldüğü üzere, başlangıç öz değeri 1’in üzerinde olan 11 faktör bulunmaktadır. Bu 11 faktörün varyansa yaptığı katkının %66,5 olduğu görülmektedir. Ancak faktör sayısına karar verirken değerlendirilmesi gereken önemli husus, her bir faktörün toplam varyansa yaptığı katkının önemidir. % varyans değerine bakıldığında 11 bileşenin önemli ölçüde varyansa katkı sağladığı, 12. bileşenden itibaren bu katkının azaldığı görülmektedir. Bu durumda başlangıçta 11 olarak düşünülen faktör sayısının 11 olarak sınımlanmasına karar verilebilir. Bu karar verilmeden önce “Scree Plot” grafiği incelenmiştir.

**Çizelge 6. Açıklanan Toplam Varyans Tablosu**

| Total Variance Explained |                     |               |              |                                   |               |              |
|--------------------------|---------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|---------------|--------------|
| Component                | Initial Eigenvalues |               |              | Rotation Sums of Squared Loadings |               |              |
|                          | Total               | % of Variance | Cumulative % | Total                             | % of Variance | Cumulative % |
| 1                        | 11,272              | 28,180        | 28,180       | 9,768                             | 24,421        | 24,421       |
| 2                        | 3,050               | 7,625         | 35,805       | 2,823                             | 7,059         | 31,479       |
| 3                        | 1,887               | 4,718         | 40,523       | 2,244                             | 5,611         | 37,090       |
| 4                        | 1,724               | 4,311         | 44,834       | 2,223                             | 5,556         | 42,646       |
| 5                        | 1,459               | 3,647         | 48,481       | 1,536                             | 3,840         | 46,486       |
| 6                        | 1,398               | 3,495         | 51,976       | 1,464                             | 3,661         | 50,146       |
| 7                        | 1,304               | 3,260         | 55,236       | 1,412                             | 3,529         | 53,675       |
| 8                        | 1,237               | 3,093         | 58,328       | 1,346                             | 3,365         | 57,040       |
| 9                        | 1,160               | 2,901         | 61,229       | 1,299                             | 3,248         | 60,288       |
| 10                       | 1,095               | 2,736         | 63,966       | 1,283                             | 3,208         | 63,496       |
| 11                       | 1,009               | 2,523         | 66,489       | 1,197                             | 2,993         | 66,489       |
| 12                       | 0,986               | 2,465         | 68,954       |                                   |               |              |



**Şekil 3. Yamaç-Birikinti Grafiği**

Yukarıdaki serpilme diyagramına bakıldığında özdeğeri bir ve birden fazla olan ( $\lambda \geq 1$ ) olan 11 faktör olduğundan bu 11 faktör seçilecektir. Özetle KMO, extraction(based of eingvalue , scree plot), rotation(varimax: dik döndürme), options(storted by size, supress small coefficients buradan da absolute value bellow 0,40 olarak alındı) aşamaları takip edildi. (Çokluk vd., 2012; Büyüköztürk vd., 2012).

Ölçek boyutunun üç olacağı başlangıçta söylendiği için, doğrulayıcı faktör analizindeki faktör sayısı üç olana kadar analize devam edilmiştir. Ölçekten çıkarılması gereken maddeler çıkarılmış ve sonuçta üç faktöre kadar düşürülmüştür. Sonuç olarak KMO değeri çizelge 7’de görüleceği üzere, araştırmada elde edilen verilerin KMO değeri 0,93 olduğu için mükemmele yakın bir ilişki vardır. Burada  $p=0,000<0,05$  olduğundan Bartlett küresellik testinin sonucu anlamlıdır. Ki kare değeri = 3126,6; Sd = 351 elde edilmiştir. Bu bilgiler ışığında veriler açımlayıcı faktör analizine uygundur.

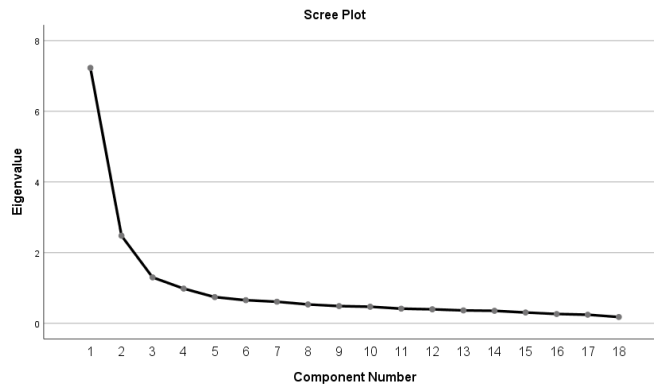
Çizelge 7. KMO ve Bartlett Testi

| KMO and Bartlett's Test                          |                    |          |
|--|--------------------|----------|
| Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. |                    | ,928     |
| Bartlett's Test of Sphericity                    | Approx. Chi-Square | 3126,552 |
|  | df                 | 351      |
|  | Sig.               | ,000     |

Çizelge 8’de görüldüğü üzere, başlangıç öz değeri 1’in üzerinde olan 3 faktör bulunmaktadır. 1, 2, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 29, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39 ve 40. maddelerin analiz dışı bırakılmasıyla birlikte kalan 3 faktörün varyansa yaptığı katkının %61,14 olduğu görülmektedir. Ancak faktör sayısına karar verirken değerlendirilmesi gereken önemli husus, her bir faktörün toplam varyansa yaptığı katkının önemidir. % varyans değerine bakıldığında üç bileşenin önemli ölçüde varyansa katkı sağladığı, dördüncü bileşenden itibaren bu katkının azaldığı görülmektedir. Bu durumda faktör sayısının üç ve madde sayısının da 18 olarak sınımlanmasına karar verilmiştir.

Çizelge 8. Açıklanan Toplam Varyans Tablosu

| Component | Total Variance Explained |               |              |                                   |               |              |
|-----------|--------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|---------------|--------------|
|           | Initial Eigenvalues      |               |              | Rotation Sums of Squared Loadings |               |              |
|           | Total                    | % of Variance | Cumulative % | Total                             | % of Variance | Cumulative % |
| 1         | 7,227                    | 40,151        | 40,151       | 6,426                             | 35,700        | 35,700       |
| 2         | 2,478                    | 13,767        | 53,919       | 2,885                             | 16,030        | 51,730       |
| 3         | 1,300                    | 7,221         | 61,139       | 1,694                             | 9,410         | 61,139       |
| 4         | 0,982                    | 5,454         | 66,593       |                                   |               |              |
| 5         | 0,742                    | 4,120         | 70,713       |                                   |               |              |



Şekil 4. Yamaç-Birikinti Grafiği

Şekil 4’teki serpilme diyagramına bakıldığında özdeğeri bir ve birden fazla olan ( $\lambda \geq 1$ ) olan 3 faktör olduğundan bu 3 faktör seçilecektir. Düşey eksenindeki bileşenler yatay eksenindeki bileşenlere göre iniş yapmaktadır. Üçüncü faktörden sonra inişin azaldığı ve yatay bir seyir çizdiği görülmüştür.

### Çizelge 9. Ölçekteki Faktörler ve Yük Değerleri

| Sorular | Component  |                   |                      |
|---------|--|-------------------|----------------------|
|         | Bilişsel Boyut   | Davranışsal Boyut | Problem Çözme Boyutu |
| S1      | Artan ve azalan fonksiyonlarla türev arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim.                | 0,860             |                      |
| S2      | Türev ile süreklilik arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim.                                | 0,849             |                      |
| S3      | Bir fonksiyonun türevinin grafiği verildiğinde fonksiyon hakkında yorum yapabiliyorum.   | 0,819             |                      |
| S4      | Türevi verilen bir fonksiyonun kendisini bulabilirim.                                    | 0,787             |                      |
| S5      | Türevin geometrik anlamını açıklayabilirim.  | 0,785             |                      |
| S6      | Türev sorularını çözmeyi severim.  | 0,737             |                      |
| S7      | Türev alma kurallarını biliyorum.  | 0,724             |                      |
| S8      | Türevi tanımlayabilirim.   | 0,715             | 0,334                |
| S9      | Türev konusunu anlaşılır buluyorum.  | 0,702             |                      |
| S10     | Türev konusunda iddialyım.   | 0,670             | 0,373                |
| S11     | Türevi hayatımda birçok yerde kullanırım.  |                   | 0,759                |
| S12     | Türev konusu gerçek yaşamdaki bilgilerle bağlantılıdır.                                  |                   | 0,715                |
| S13     | Türev konusunun ileriki yıllarda karşıma çıkmasını istemem.                              |                   | 0,686                |
| S14     | Türevi günlük olaylarla ilişkilendirebilirim.  | 0,462             | 0,617                |
| S15     | Türev konusundan nefret ederim.  |                   | 0,595                |
| S16     | Türev öğrenmemizin öğretmenlik yaşantımızı kolaylaştıracağını düşünüyorum.               |                   | 0,751                |
| S17     | Türev konusu sıkıcı ve gereksizdir.  |                   | 0,427                |
| S18     | Bir fonksiyonun türevini sıfır yapan ya da türevin olmadığı noktalar kritik noktalardır. | 0,488             | 0,522                |

Faktör analizi sonucunda ölçekte kalmasına karar verilen maddelerin faktörlere göre dağılımı ile faktör yükleri Çizelge 9'deki gösterilmektedir. Ölçekteki maddelerin yük değerlerinin 0,522 ile 0,860 arasında değiştiği görülmektedir. Ölçek davranışsal boyut, bilişsel boyut ve problem çözme boyutlarından oluşan 18 maddeden oluşmuştur. Bilişsel boyut 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 27. maddelerden oluşmaktadır. Davranışsal boyut 15, 24, 29, 32, 33. maddelerden oluşmaktadır. Problem çözme boyutu 20, 28, 31. maddelerden oluşmaktadır. Davranışsal boyut altında yer alana 14. maddenin bilişsel boyuttaki yeri, bilişsel boyut altında yer alana 8. ve 10. maddelerin davranışsal boyuttaki yeri ve problem çözme boyutundaki 18. maddenin bilişsel boyuttaki yeri göz ardı edilmemelidir.

### Tanımlayıcı İstatistikler

Çizelge 4. Matematik Bölümü Öğrencilerinin Türev Tutumu Hakkındaki İstatistikler

| Ölçeğin Boyutları    | Maddeler | N   | $\bar{X}$ | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
|----------------------|----------|-----|-----------|----------------|---------|---------|
| Bilişsel Boyut       | S3       | 194 | 3,5309    | 1,09713        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S4       | 194 | 3,8660    | 0,94544        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S5       | 194 | 3,0722    | 1,17617        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S6       | 194 | 3,4381    | 1,08632        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S7       | 194 | 3,6134    | 1,08691        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S11      | 194 | 3,7835    | 0,99976        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S12      | 194 | 4,0361    | 0,97839        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S13      | 194 | 3,5515    | 1,05787        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S14      | 194 | 3,6598    | 1,06656        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S27      | 194 | 3,0103    | 1,12434        | 1,00    | 5,00    |
| Davranışsal Boyut    | S15      | 194 | 2,9227    | 1,03273        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S24      | 194 | 2,5619    | 0,98633        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S29      | 194 | 3,3144    | 0,91567        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S32      | 194 | 2,8144    | 1,09950        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S33      | 194 | 3,0876    | 1,11400        | 1,00    | 5,00    |
| Problem Çözme Boyutu | S20      | 194 | 3,9794    | 0,81412        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S28      | 194 | 3,9330    | 1,01320        | 1,00    | 5,00    |
|                      | S31      | 194 | 3,7320    | 1,09654        | 1,00    | 5,00    |



Çizelge 10'a bakıldığında; bilişsel boyutta en düşük ortalamayı 3,01 ile "Türev konusunda iddialıyım." cümlesine sahip 27. Soru almıştır. Bura da öğrencinin türev uygulamasında gerekli yeterliliğe sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. En yüksek ortalamayı 4,04 ile "Türev alma kurallarını biliyorum." cümlesine sahip 12. Soru almıştır. Burada da öğrencilerin türev hakkındaki teorik bilgiye sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Davranışsal boyutta; en düşük ortalamayı 2,5 ile "Türevi hayatımda birçok yerde kullanırım." cümlesine sahip 24. Soru almıştır. Burada öğrencinin türev hakkında olumlu yaklaşıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. En yüksek ortalamayı 3,31 ile "Türev konusu gerçek yaşamdaki bilgilerle bağlantılıdır." cümlesine sahip 29. Soru almıştır. Burada da öğrencilerin türev hakkındaki uygulamalı bilgiye sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Problem Çözme boyutunda; en düşük ortalamayı 3,73 ile "Türev konusu sıkıcı ve gereksizdir." cümlesine sahip 31. Soru almıştır. Burada da öğrencilerin türev hakkındaki ön yargılı olduğu ortaya çıkmaktadır. En yüksek ortalamayı 3,98 ile "Bir fonksiyonun türevini sıfır yapan ya da türevin olmadığı noktalar kritik noktalardır." cümlesine sahip 20. Soru almıştır. Burada da öğrencilerin türev hakkındaki teorik bilgiye sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

**Çizelge 5. Öğrencilerin Ankete Verdikleri Cevapların Frekans ve Yüzdeleri**

| Ölçeğin Boyutları    | Maddeler | Kesinlikle Katılmıyorum |       | Katılmıyorum |      | Kararsızım |      | Katılıyorum |      | Kesinlikle Katılıyorum |      |
|----------------------|----------|-------------------------|-------|--------------|------|------------|------|-------------|------|------------------------|------|
|                      |          | f                       | %     | f            | %    | f          | %    | f           | %    | f                      | %    |
| Bilişsel Boyut       | S3       | 11                      | 5,67  | 20,0         | 10,3 | 57,0       | 29,4 | 67,0        | 34,5 | 39,0                   | 20,1 |
|                      | S4       | 5                       | 2,60  | 12           | 6,2  | 35         | 18   | 94          | 48,5 | 48                     | 24,7 |
|                      | S5       | 20                      | 10,30 | 39           | 20,1 | 70         | 36,1 | 37          | 19,1 | 28                     | 14,4 |
|                      | S6       | 11                      | 5,70  | 29           | 14,9 | 46         | 23,7 | 80          | 41,2 | 28                     | 14,4 |
|                      | S7       | 9                       | 4,6   | 20           | 10,3 | 52         | 26,8 | 69          | 35,6 | 44                     | 22,7 |
|                      | S11      | 7                       | 3,6   | 12           | 6,2  | 44         | 22,7 | 84          | 43,3 | 47                     | 24,2 |
|                      | S12      | 7                       | 3,6   | 10           | 5,2  | 17         | 8,8  | 95          | 49,0 | 65                     | 33,5 |
|                      | S13      | 9                       | 4,6   | 21           | 10,8 | 54         | 27,8 | 74          | 38,1 | 36                     | 18,6 |
|                      | S14      | 9                       | 4,6   | 16           | 8,2  | 52         | 26,8 | 72          | 37,1 | 45                     | 23,2 |
|                      | S27      | 20                      | 10,3  | 41           | 21,1 | 70         | 36,1 | 43          | 22,2 | 20                     | 10,3 |
| Davranışsal Boyut    | S15      | 21                      | 10,8  | 35           | 18,0 | 89         | 45,9 | 36          | 18,6 | 13                     | 6,7  |
|                      | S29      | 7                       | 3,6   | 22           | 11,3 | 85         | 43,8 | 63          | 32,5 | 17                     | 8,8  |
|                      | S24      | 30                      | 15,5  | 60           | 30,9 | 74         | 38,1 | 25          | 12,9 | 5                      | 2,6  |
|                      | S32      | 26                      | 13,4  | 48           | 24,7 | 68         | 35,1 | 40          | 20,6 | 12                     | 6,2  |
|                      | S33      | 19                      | 9,8   | 36           | 18,6 | 67         | 34,5 | 53          | 27,3 | 19                     | 9,8  |
| Problem Çözme Boyutu | S20      | 3                       | 1,5   | 3            | 1,5  | 39         | 20,1 | 99          | 51,0 | 50                     | 25,8 |
|                      | S28      | 6                       | 3,1   | 9            | 4,6  | 43         | 22,2 | 70          | 36,1 | 66                     | 34,0 |
|                      | S31      | 11                      | 5,7   | 14           | 7,2  | 41         | 21,1 | 78          | 40,2 | 50                     | 25,8 |

Çizelge 11'de görüleceği üzere, bilişsel boyutun 12. maddesi olan "Türev alma kurallarını biliyorum." cümlesine öğrencilerin en az yüzde olan %8,8 ve en fazla yüzde ile 5.madde olan "Türevin geometrik anlamını açıklayabilirim." cümlesine %36,1 ile kararsız kalmıştır. 12. madde olan "Türev alma kurallarını biliyorum." cümlesine öğrencilerin %33,5'inin kesinlikle katılıyorum ve %3,6 ile kesinlikle katılmıyorum demiştir. 4. madde olan "Türev sorularını çözmeyi severim." cümlesine öğrencilerin %2,6'sının kesinlikle katılmıyorum seçeneğini işaretlemeleri olumlu bulunmuştur. Davranışsal boyutun 29. maddesi olan "Türev konusu gerçek yaşamdaki bilgilerle bağlantılıdır." cümlesine öğrencilerin %3,4'ünün kesinlikle katılmıyorum ve 24. madde olan "Türevi hayatımda birçok yerde kullanırım." %2,6'sının kesinlikle katılıyorum seçeneğini işaretlemeleri olumsuz bulunmuştur. Problem çözme boyutunda 20. madde olan "Bir fonksiyonun türevini sıfır yapan ya da türevin olmadığı noktalar kritik noktalardır." cümlesine öğrencilerin %1,5'inin kesinlikle katılmıyorum ve %25,8 ile kesinlikle katılıyorum seçeneğini işaretlemeleri olumlu bulunmuştur. 28. madde olan "Türev öğrenmemizin öğretmenlik yaşantımızı kolaylaştıracağını düşünüyorum." cümlesine öğrencilerin %34,0 kesinlikle katılıyorum seçeneğini işaretlemeleri olumlu bulunmuştur.

## Verilerin Homojenlik Testi

**Çizelge 6. Cinsiyete göre başarı durumu**

| Test Grubu | Cinsiyet | N   | Ortalama | Ss      | t    | Sd  | P     |
|------------|----------|-----|----------|---------|------|-----|-------|
| Sınıf      | Erkek    | 82  | 1,9878   | 1,07145 | 1,98 | 192 | 0,301 |
|            | Kadın    | 112 | 1,6964   | 0,96646 |      |     |       |
| OSYM       | Erkek    | 82  | 3,0488   | 0,79973 | 3,66 | 192 | 0,201 |
|            | Kadın    | 112 | 2,6250   | 0,79554 |      |     |       |
| Kurs       | Erkek    | 82  | 3,3902   | 0,69843 | 1,3  | 192 | 0,249 |
|            | Kadın    | 112 | 3,2411   | 0,64718 |      |     |       |

Çizelge 12'de görüldüğü gibi sınıf, ÖSYM ve Kurs durumuna göre katılımcıların cinsiyetleri arasında istatistiksel yönden bir farklılık yoktur. Bu testlerden genellikle "Pillai' s Trace" ve "Wilks' Lambda"

testleri dikkate alınır. Faktörlerin "Sig." değerleri inceleniğinde, "Extrusion\_rate" ve "Additive" faktörlerinin "Sig." değerlerinin 0.05 den küçük olduğu görülür. Yani " %95 güvenle, "Extrusion\_rate" ve "Additive" faktörlerinin bağımlı değişkenler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır." yorumu yapılabilir. "Extrusion\_rate\*Additive" etkileşiminin ise bağımlı değişkenler üzerinde bir etkisi yoktur. ("Sig."=0.302>0.05)

### Diskriminant Analizi

Box's Test of Equality of Covariance Matrices tablosuna bakılır. Test result 0,05 ten büyük ise kovaryans matrisleri eşittir. Pooled within 0,70 ten büyükse çoklu doğrusal bağlantı problemi var demektir Eigen değeri 0,40 üzerinde ise çok iyi diye değerlendirilir. Wilks lambd değeri % olarak değerlendirilir, bu yüzdesinin düşük olması önemlidir. Yapı (structer) bakıldığında ise 1 olması istenen durumdur. Çünkü başarılı ve başarısız öğrencileri ayırt etmekte çok önemli olduğu anlamına gelmektedir. 1'den küçük olunca önemli olmama başlıyor demektir.

Çizelge 7. Özdeğer ve U Grafiği

| Eigenvalues |                   |               |              |                       |
|-------------|-------------------|---------------|--------------|-----------------------|
| Function    | Eigenvalue        | % of Variance | Cumulative % | Canonical Correlation |
| 1           | ,445 <sup>a</sup> | 59,4          | 59,4         | 0,555                 |
| 2           | ,217 <sup>a</sup> | 29,0          | 88,4         | 0,422                 |
| 3           | ,087 <sup>a</sup> | 11,6          | 100,0        | 0,283                 |

a. First 3 canonical discriminant functions were used in

| Wilks' Lambda       |               |            |    |       |
|---------------------|---------------|------------|----|-------|
| Test of Function(s) | Wilks' Lambda | Chi-square | df | Sig.  |
| 1 through 3         | 0,523         | 117,856    | 54 | 0,000 |
| 2 through 3         | 0,756         | 50,899     | 34 | 0,031 |
| 3                   | 0,920         | 15,172     | 16 | 0,512 |

Çizelge 13'te görüleceği üzere, Canonical Corelation değerinin karesi alındığında  $0,42^2=0,17$  ile yani %17 gibi düşük bir değer ile bağımlı değişkendeki varyansı açıklayabilmektedir.

Çizelge 8. Test Sonucu Tablosu

| Test Results <sup>a</sup>       |         |           |
|---------------------------------|---------|-----------|
| Box's M                         |         | 754,321   |
| F                               | Approx. | 1,744     |
|                                 | df1     | 342       |
|                                 | df2     | 21916,300 |
|                                 | Sig.    | 0,000     |
| Tests null hypothesis of equal  |         |           |
| a. Some covariance matrices are |         |           |

Diskriminant analizinde hipotezi aşağıdaki biçimde kurulmalıdır.

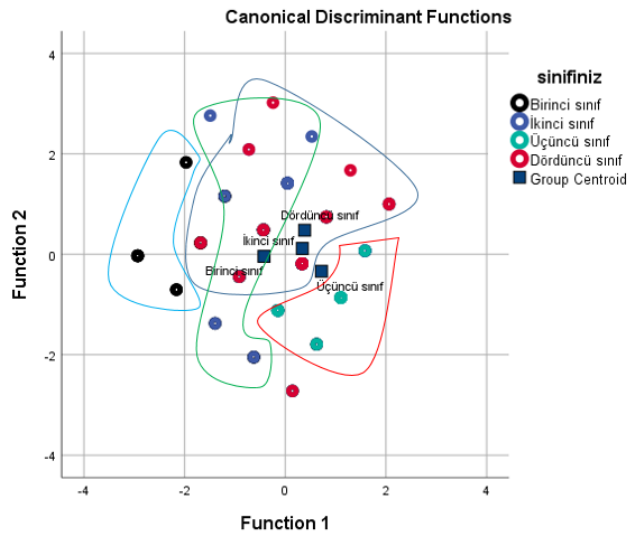
H<sub>0</sub>: Grupların kovaryans matrisleri eşittir.

H<sub>1</sub>: Grupların kovaryans matrisleri eşit değildir. (Kalaycı, 2006)

Diskriminant analizinde Box's M testi kovaryansların homejenlik tahminlemesinin gerçekleşip gerçekleşmediğini test etmede kullanılır. Çizelge 13 ve 14' e bakıldığında test istatistik değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan H<sub>0</sub> hipotezi reddedilmiştir. Yani kovaryans matrisleri eşit değildir. Diskriminant analizinin önemini belirlemek için Canonical Corelation, Eigenvalue, Wilks's Lambda değerlerine bakılmalıdır. Eigen değeri  $0,55 > 0,40$  olduğundan çok iyi diye değerlendirilir. Wilks lambd değeri 1. %52,3 olarak görülmüştür.

Çizelge 9. Sınıf Bazında Sorulara Katılım

|   |  | Function |        |        |
|---|--|----------|--------|--------|
|   |  | 1        | 2      | 3      |
| S1  | Türevi verilen bir fonksiyonun kendisini bulabilirim.                                    | ,624*    | 0,055  | -0,258 |
| S2  | Türev konusunda iddialıyım.  | ,593*    | 0,015  | -0,168 |
| S3  | Türevin geometrik anlamını açıklayabilirim.  | ,592*    | 0,059  | -0,102 |
| S4  | Türevi tanımlayabilirim.   | ,580*    | 0,074  | 0,223  |
| S5  | Türev ile süreklilik arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim.                                | ,512*    | 0,395  | -0,125 |
| S6  | Artan ve azalan fonksiyonlarla türev arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim.                | ,480*    | 0,261  | -0,249 |
| S7  | Türev konusunu anlaşılır buluyorum.  | ,452*    | 0,145  | -0,036 |
| S8  | Türevi hayatımda birçok yerde kullanırım.  | ,427*    | 0,058  | 0,021  |
| S9  | Bir fonksiyonun türevinin grafiği verildiğinde fonksiyon hakkında yorum yapabiliyorum.   | ,402*    | -0,004 | -0,400 |
| S10   | Türev sorularını çözmeyi severim.  | ,316*    | 0,027  | 0,067  |
| S11   | Bir fonksiyonun türevini sıfır yapan ya da türevin olmadığı noktalar kritik noktalardır. | ,309*    | -0,227 | 0,118  |
| S12   | Türev konusundan nefret ederim.  | ,034*    | 0,003  | 0,012  |
| S13   | Türevi günlük olaylarla ilişkilendirebilirim.  | 0,385    | ,490*  | 0,081  |
| S14   | Türev alma kurallarını biliyorum.  | 0,219    | ,251*  | -0,163 |
| S15   | Türev öğrenmemizin öğretmenlik yaşantımızı kolaylaştıracağını düşünüyorum.               | 0,050    | ,059*  | -0,004 |
| S16   | Türev konusu gerçek yaşamdaki bilgilerle bağlantılıdır.                                  | 0,088    | 0,204  | ,374*  |
| S17   | Türev konusu sıkıcı ve gereksizdir.  | -0,064   | -0,131 | ,265*  |
| S18   | Türev konusunun ileriki yıllarda karşıma çıkmasını istemem.                              | 0,024    | 0,029  | -,159* |
| Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized |  |          |        |        |
| *. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function |  |          |        |        |



Şekil 5. Sınıflar için Diskriminant Analizi

Çizelge 15 ve Şekil 5'e göre Ankette, "Türevi verilen bir fonksiyonu bulabilirim" (0,624), "Türev konusunda iddialıyım" (0,593), "Türevin geometrik anlamını açıklayabilirim" (0,592), "Türevi tanımlayabilirim" (0,580), "Türevle süreklilik arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim" (0,512), "Artan ve azalan fonksiyonlarla türev arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim." "Türev konusunu anlaşılır buluyorum" (0,452), "Türevi hayatımda birçok yerde kullanırım" (0,427), "Bir fonksiyonun türevinin grafiği verildiğinde fonksiyon hakkında yorum yapabilirim" (0,402), "Türev sorularını çözmeyi severim" (0,316), "Bir fonksiyonun türevini sıfır yapan ya da türevin olmadığı noktalar kritik noktalardır" (0,309) soruları sırasıyla 1. diskriminant fonksiyonunda yer almakta ve bu yöndeki görüşlere katılım söz konusu olmaktadır. 2. diskriminant fonksiyonunda, sırasıyla, "Türevi günlük olaylarla ilişkilendirebilirim" (0,490) sorusuna katılım nispeten yüksek çıkarken, "Türev alma kurallarını biliyorum" (0,251) sorusuna katılımın nispeten düşük çıkması ise türev alma kurallarını bilme konusunda tereddütler olduğunu söylemek mümkündür. "Türev konusu sıkıcı ve gereksizdir" (0,265) sorularına da katılım önemli olmakta ve "Türev konusunun ileriki yıllarda karşıma çıkmasını istemem" (- 0,159) sorusunun en sonda yer almasına rağmen katılımın negatif olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu soruya katılım gösterme yönündeki eğilim de aslında diğer sorular hakkındaki katılım açısından beklenen bir durumdur. Bu soruya ait yükün düşük olması ise, matematik eğitiminde türev konusundaki çekinceleri yansıtmaları açısından önemlidir.

**Çizelge 10. Sorulara Sınıf Bazlı Katılım Sonuçları**

|                |   | Classification Results <sup>a</sup> |              |              |                |       |  |
|----------------|---|-------------------------------------|--------------|--------------|----------------|-------|--|
|                |   | Predicted Group Membership          |              |              |                | Total |  |
| sinifiniz      | % | Birinci sınıf                       | İkinci sınıf | Üçüncü sınıf | Dördüncü sınıf |       |  |
| Birinci sınıf  |   | <b>52,9</b>                         | 23,5         | 12,7         | 10,8           | 100,0 |  |
| İkinci sınıf   |   | 22,7                                | <b>45,5</b>  | 6,8          | 25,0           | 100,0 |  |
| Üçüncü sınıf   |   | 17,2                                | 13,8         | <b>65,5</b>  | 3,4            | 100,0 |  |
| Dördüncü sınıf |   | 10,5                                | 21,1         | 15,8         | <b>52,6</b>    | 100,0 |  |

a. 53,1% of original grouped cases correctly classified.

Çizelge 16'ya göre, sorulara verilen cevaplarla ilgili hususlarda, 1. sınıf öğrencileri ile 2. sınıf öğrencileri arasında diğer sınıflara göre sorulara katılım konusunda, daha çok ortak görüşler olduğu anlaşılmaktadır. Üçüncü sınıf öğrencileri ile 4. sınıf arasında ise ortak görüş yok denecek kadar azdır.

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Ölçekteki maddelerin yük değerlerinin 0,522 ile 0,860 arasında değiştiği görülmektedir. Ölçek davranışsal boyut, bilişsel boyut ve problem çözme boyutlarından oluşan 18 maddeden oluşmuştur. Bilişsel boyut 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 27. maddelerden oluşmaktadır. Davranışsal boyut 15, 24, 29, 32, 33. maddelerden oluşmaktadır. Problem çözme boyutu 20, 28, 31. maddelerden oluşmaktadır. Davranışsal boyut altında yer alana 14. maddenin bilişsel boyuttaki yeri, bilişsel boyut altında yer alana 8. ve 10. maddelerin davranışsal boyuttaki yeri ve problem çözme boyutundaki 18. maddenin bilişsel boyuttaki yeri göz ardı edilmemelidir.

"Türevi verilen bir fonksiyonu bulabilirim" (0,624), "Türev konusunda iddialıyım" (0,593), "Türevin geometrik anlamını açıklayabilirim" (0,592), "Türevi tanımlayabilirim" (0,580), "Türevle süreklilik arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim" (0,512), "Artan ve azalan fonksiyonlarla türev arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim." "Türev konusunu anlaşılır buluyorum" (0,452), "Türevi hayatımda birçok yerde kullanırım" (0,427), "Bir fonksiyonun türevinin grafiği verildiğinde fonksiyon hakkında yorum yapabilirim" (0,402), "Türev sorularını çözmeyi severim" (0,316), "Bir fonksiyonun türevini sıfır yapan ya da türevin olmadığı noktalar kritik noktalardır" (0,309) soruları sırasıyla 1. diskriminant fonksiyonunda yer almakta ve bu yöndeki görüşlere katılım söz konusu olmaktadır. 2. diskriminant fonksiyonunda, sırasıyla, "Türevi günlük olaylarla ilişkilendirebilirim" (0,490) sorusuna katılım nispeten yüksek çıkarken, "Türev alma kurallarını biliyorum" (0,251) sorusuna katılımın nispeten düşük çıkması ise türev alma kurallarını bilme konusunda tereddütler olduğunu söylemek mümkündür. "Türev konusu sıkıcı ve gereksizdir" (0,265) sorularına da katılım önemli olmakta ve "Türev konusunun ileriki yıllarda karşıma çıkmasını istemem" (- 0,159) sorusunun en sonda yer almasına rağmen katılımın negatif

olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu soruya katılım gösterme yönündeki eğilim de aslında diğer sorular hakkındaki katılım açısından beklenen bir durumdur. Bu soruya ait yükün düşük olması ise, matematik eğitiminde türev konusundaki çekinceleri yansıtması açısından önemlidir.

“Türev alma kurallarını biliyorum.” cümlesine öğrencilerin en az yüzde olan %8,8 ve en fazla yüzde ile 5.madde olan “Türevin geometrik anlamını açıklayabilirim.” cümlesine %36,1 ile kararsız kalmıştır. 12. madde olan “Türev alma kurallarını biliyorum.” cümlesine öğrencilerin %33,5’inin kesinlikle katılıyorum ve %3,6 ile kesinlikle katılmıyorum demiştir. 4. madde olan “Türev sorularını çözmeyi severim.” cümlesine öğrencilerin %2,6’sının kesinlikle katılmıyorum seçeneğini işaretlemeleri olumlu bulunmuştur. Davranışsal boyutun 29. maddesi olan “Türev konusu gerçek yaşamdaki bilgilerle bağlantılıdır.” cümlesine öğrencilerin %3,4’ünün kesinlikle katılmıyorum ve 24. madde olan “Türevi hayatımda birçok yerde kullanırım.” %2,6’sının kesinlikle katılıyorum seçeneğini işaretlemeleri olumsuz bulunmuştur. Problem çözme boyutunda 20. madde olan “Bir fonksiyonun türevini sıfır yapan ya da türevin olmadığı noktalar kritik noktalardır.” cümlesine öğrencilerin %1,5’inin kesinlikle katılmıyorum ve %25,8 ile kesinlikle katılıyorum seçeneğini işaretlemeleri olumlu bulunmuştur. 28. madde olan “Türev öğrenmemizin öğretmenlik yaşantımızı kolaylaştıracağını düşünüyorum.” cümlesine öğrencilerin %34,0 kesinlikle katılıyorum seçeneğini işaretlemeleri olumlu bulunmuştur.

KMO değeri 0,93 olduğu için mükemmele yakın bir ilişki vardır. Burada  $p=0,000<0,05$  olduğundan Bartlett küresellik testinin sonucu anlamlıdır. Ki kare değeri = 3126,6; Sd = 351 elde edilmiştir. Bu bilgiler ışığında veriler açımlayıcı faktör analizine uygun bulunmuştur.

Öğrencilerin ÖSYM matematik testinde doğru çözdükleri soru sayısına göre, üniversitedeki analiz dersinde gördükleri türev konusuna olumlu bakış sağladığı görülmüştür.

Başlangıç öz değeri 1’in üzerinde olan 3 faktör bulunmaktadır. 1, 2, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 29, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39 ve 40. maddelerin analiz dışı bırakılmasıyla birlikte kalan 3 faktörün varyansa yaptığı katkının %61,14 olduğu görülmektedir. Ancak faktör sayısına karar verirken değerlendirilmesi gereken önemli husus, her bir faktörün toplam varyansa yaptığı katkının önemidir. % varyans değerine bakıldığında üç bileşenin önemli ölçüde varyansa katkı sağladığı, dördüncü bileşenden itibaren bu katkının azaldığı görülmektedir. Bu durumda faktör sayısının üç ve madde sayısının da 18 olarak sınırlanmasına karar verilmiştir.

## Kaynaklar

- Atasoy, D. (2018). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Matematik Fobisi Üzerine Bir Araştırma, *Iğdır International Conference on Multidisciplinary Studies* Iğdır: İKSAD. 2298-2299.
- Balcı, M. (2000). *Genel Matematik-I*. İstanbul: Balcı Yayınları.
- Başaran, İ. E. (2000). *Eğitim Psikolojisi*. Ankara: Feryal Matbaası.
- Gabiner, J. V. (1983). The Changing Concept of Change: The Derivative from Fermat to Weierstrass. *Mathematics Magazine*, 204-205.
- Kadıoğlu, E. (2005). *Genel Matematik*. Erzurum: Erzurum Kültür Eğitim Kitap Kırtasiye.
- Kalaycı, Ş. (2006). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kara, M. (2014). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Türev Konusuna Yönelik Tutumları (Ölçek Geliştirme Çalışması). *Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
- Karagöz, Y. (2017). *SPSS ve AMOS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Sivas: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Lax, P. D. (2014). *Calculus With Applications*. New York: Springer.

- Memiş, Y. (2012). *İlköğretim 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Negatif Tamsayılarla İlişkin Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Lojistik Regresyonla Analizi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Reyes, L. H. (1984). Affective Variables and Mathematics Education. *The Elementary School Journal*, 558-581.
- Senemoğlu, N. (2001). *Gelişim Öğrenme ve Öğretim*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Şimşek, S. T. (2016). Türk Eğitim Tarihi Dersine Yönelik Öğretmen Adaylarının Tutumlarının Ölçülmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 4.
- Tavşancıl, E. (2014). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi (5. Baskı)*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Thomas, G. B. (2001). *Calculus&Analytic Geometry*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Wright, D. G. (2009). *Calculus*. London: Jones and Bartlett Publishers.
- Yılmaz, M. (2006). İlköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin matematik dersine ilişkin tutumlarının bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 240-241.

| Ek 1: Geliştirilmiş Türev Tutum Ölçeği+A1:N28   |                          |              |            |             |                        |
|---|--------------------------|--------------|------------|-------------|------------------------|
| TÜREV TUTUM ÖLÇEĞİ  |                          |              |            |             |                        |
| Sayın Katılımcı,<br>Bu ölçek formu "Türev konusuna karşı tutumunuzu" ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Lütfen hiçbir soruyu boş bırakmayınız. | Kesinlikle Katılmıyorum  | Katılmıyorum | Kararsızım | Katılıyorum | Kesinlikle Katılıyorum |
|   | Türevi tanımlayabilirim. |              |            |             |                        |
| Türev sorularını çözmeyi severim.   |                          |              |            |             |                        |
| Türevin geometrik anlamını açıklayabilirim.   |                          |              |            |             |                        |
| Bir fonksiyonun türevinin grafiği verildiğinde fonksiyon hakkında yorum yapabiliyorum.  |                          |              |            |             |                        |
| Türevi verilen bir fonksiyonun kendisini bulabilirim.   |                          |              |            |             |                        |
| Türev konusunu anlaşılır buluyorum.   |                          |              |            |             |                        |
| Türev alma kurallarını biliyorum.   |                          |              |            |             |                        |
| Artan ve azalan fonksiyonlarla türev arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim.   |                          |              |            |             |                        |
| Türev ile süreklilik arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim.   |                          |              |            |             |                        |
| Türevi günlük olaylarla ilişkilendirebilirim.   |                          |              |            |             |                        |
| Bir fonksiyonun türevini sıfır yapan ya da türevin olmadığı noktalar kritik noktaldır.  |                          |              |            |             |                        |
| Türevi hayatımda birçok yerde kullanırım.   |                          |              |            |             |                        |
| Türev konusunda iddialıyım.   |                          |              |            |             |                        |
| Türev öğrenmemizin öğretmenlik yaşantımızı kolaylaştıracağını düşünüyorum.  |                          |              |            |             |                        |
| Türev konusu gerçek yaşamdaki bilgilerle bağlantılıdır.   |                          |              |            |             |                        |
| Türev konusu sıkıcı ve gereksizdir.   |                          |              |            |             |                        |
| Türev konusundan nefret ederim.   |                          |              |            |             |                        |
| Türev konusunun ileriki yıllarda karşıma çıkmasını istemem.   |                          |              |            |             |                        |

## TEKİL OLARAK PERTÜRBE EDİLMİŞ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN NÜMERİK ÇÖZÜMLERİ İÇİN OPERASYONEL BİR MATRİS YÖNTEMİ

### AN OPERATIONAL MATRIX METHOD FOR NUMERICAL SOLUTIONS OF SINGULARLY PERTURBATED DIFFERENTIAL EQUATIONS

**Şuayip YÜZBAŞI**

Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü, (Sorumlu Yazar)

ORCID NO: 0000-0002-5838-7063

**Gamze YILDIRIM**

Doktora Öğrencisi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı,

ORCID NO: 0000-0002-6020-8618

#### ÖZET

Bu çalışmada, tekil olarak pertürbe edilmiş iki noktalı sınır değer problemlerinin nümerik çözümleri için operasyonel bir matris yöntemi sunulur. Küçük bir  $\varepsilon$  parametresi içeren tekil olarak pertürbe edilmiş diferansiyel denklemler günümüze kadar birçok matematiksel modelde kullanılmıştır ve önem taşımıştır. Bu modellere örnek olarak oşinografi, plazma dinamikleri, elastikiyet, seyreltilmiş gaz dinamikleri, akışkanlar dinamiği, manyeto-hidro dinamik, akışkanlar mekaniği ve aerodinamik verilebilir. Yöntem için, ilk olarak yaklaşık çözüm 1. tip shifted Chebyshev polinomlarına bağlı olarak ifade edilir. Daha sonra, hem 1. tip shifted Chebyshev polinomları hem de yaklaşık çözüm matris formda yazılır. Ardından, 1. tip shifted Chebyshev polinomları ve yaklaşık çözümün matris formları yardımıyla, yaklaşık çözüm formunun türevleri de matris formda ifade edilir. Buradan, Tau metodu kullanılarak problem 1. tip shifted Chebyshev katsayılarını içeren cebirsel bir sisteme indirgenir. Benzer şekilde, yaklaşık çözümün matris formu yardımıyla, koşullar da matris formda yazılır. Problem ve koşullar için oluşturulan cebirsel sistem çözülerek, bilinmeyen 1. tip shifted Chebyshev katsayıları elde edilir. Böylece, aradığımız yaklaşık çözüm 1. tip shifted Chebyshev polinomlarına bağlı olarak bulunur. Yöntem, nümerik örnek için uygulanır. Not edilmelidir ki, cebirsel sistem, Matlab'da oluşturulan kodlar yardımıyla çözülür. Yöntemden elde edilen sonuçlar tablo ve grafiklerde gösterilir. Bu grafikler de Matlab yardımıyla çizilir. Ayrıca, mevcut yöntemden elde edilen sonuçlar ile literatürdeki diğer yöntemlerin sonuçları kıyaslanır. Yapılan kıyaslamalar neticesinde sonuçlar yorumlanır. Böylece, yöntemin etkililiği açıkça görülmüş olur.

**Anahtar Kelimeler:** 1. Tip Shifted Chebyshev Polinomları, Tekil Olarak Pertürbe Edilmiş Diferansiyel Denklemler, Sınır Değer Problemleri, Yaklaşım Yöntemleri

#### ABSTRACT

In this study, an operational matrix method is presented for numerical solutions of singularly perturbed two-point boundary value problem. Singularly perturbed differential equations containing a small parameter  $\varepsilon$  have been used in many mathematical models and have been important. Examples of these models are oceanography, plasma dynamics, elasticity, diluted gas dynamics, fluid dynamics, magneto-hydrodynamics, fluid mechanics and aerodynamics. For the method, first the approximate solution is expressed depending on the first type shifted Chebyshev polynomials. Then, both the first type of shifted Chebyshev polynomials and the approximate solution are written in matrix form. Then, with the help of the matrix forms of the first type shifted Chebyshev polynomials and the approximate solution, the derivatives of form of the approximate solution are also expressed in matrix form. From there, using the Tau method, the problem is reduced to an algebraic system containing first type shifted Chebyshev coefficients. Similarly, with the help of the matrix form of the approximate solution, the conditions are also written in matrix form. By solving the algebraic system for problems and conditions, unknown first type shifted Chebyshev coefficients are obtained. Thus, the approximate solution we are looking for is found based on the first type shifted Chebyshev polynomials. The method is applied for the numerical

example. It should be noted that the algebraic system is solved with the help of codes generated in Matlab. The results obtained from the method are shown in tables and graphs. These graphs are also plotted with the help of Matlab. In addition, the results obtained from the present method are compared with the results of other methods in the literature. The results are interpreted as a result of the made comparisons. Thus, the effectiveness of the method is clearly seen.

**Keywords:** First Type Shifted Chebyshev Polynomials, Singularly Perturbed Differential Equations, Boundary Value Problems, Approximation Methods

## 1. INTRODUCTION

Until today, singularly perturbed differential equations containing a small parameter  $\varepsilon$  have been used in mathematical models in many fields such as oceanography, plasma dynamics, fluid mechanics, elasticity, fluid dynamics, magneto-hydrodynamics and aerodynamics. Since these problems depend on a small positive parameter  $\varepsilon$ , the solution of the equation changes rapidly in some parts of the field and slow in others. Until now, researchers have developed many methods for numerical solutions of singularly perturbed differential equations involving a small parameter  $\varepsilon$ . However, thanks to this study, better results are achieved with both more efficient and simpler calculation techniques (Chakravarthy, Phaneendra, & Reddy, 2007), (Kadalbajoo & Parora, 2009), (Kadalbajoo & Parora, 2010), (Kumar, 2003), (Öztürk, Gülsu, & Sezer, 2011), (Habib & El-Zahar, 2007), (Kadalbajoo & Parora, 2009), (Yüzbaşı, 2015), (Geng, Qian, & Cui, 2015), (Das & Mehrmann, 2016), (Lin, Ye, Zhang, & Zhu, 2018), (Gharibi & Dehghan, 2021). In this research, we aim to solve the singularly perturbed differential equation

$$\varepsilon y''(t) + p(t) y'(t) + r(t) y(t) = g(t), \quad 0 \leq t \leq b \quad (1)$$

and two-point boundary value problem

$$y(0) = \alpha, \quad y(b) = \beta \quad (2)$$

with the help of the first type shifted Chebyshev polynomials

$$T_n^*(t) = T_n(2t - 1), \text{ where } T_n(t) = \cos(n\theta). \quad (3)$$

Here,  $y(t)$  is the unknown function we are looking for the approximate solution,  $T_n^*(t)$  is the first type shifted Chebyshev polynomials,  $T_n(t)$  is the first type Chebyshev polynomials,  $p(t)$ ,  $r(t)$  and  $g(t)$  are the known functions,  $\varepsilon$  is a small positive parameter ( $0 < \varepsilon \leq 1$ ),  $\alpha$  and  $\beta$  are the constants. Also, while the range of variable  $t$  is  $[-1, 1]$ , the range of variable  $\theta$  is  $[0, \theta]$ . This study aims to find the approximate solutions of the problem (1)-(2) based on the first type shifted Chebyshev polynomials in the form

$$y_N(t) = \sum_{r=0}^N a_r T_r^*(t) \quad (4)$$

where

$$a_r = \langle y_N(t), T_r^*(t) \rangle = \int_0^1 y_N(t) T_r^*(t) dt. \quad (5)$$

The relationship between the first type shifted Chebyshev polynomials  $T_{n+1}^*(t)$  and  $t^n$  in the form



$$t^n = 2^{-2n+1} \sum_{k=0}^n \binom{2n}{k} T_{n-k}^*(t), \quad 0 \leq t \leq 1 \quad (6)$$

is an important property of the first type shifted Chebyshev polynomials. Another important property of the first type shifted Chebyshev polynomials is that the first type shifted Chebyshev polynomials  $T_{n+1}^*(t)$  have exactly  $n+1$  zeros in the interval  $[0,1]$  in the form

$$t_i = \frac{1}{2} \left( 1 + \cos \left( \frac{(2(n-i)+1)\pi}{2(n+1)} \right) \right), \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (7)$$

where  $t_i$  is  $i$ .th zero of the first type shifted Chebyshev polynomials.

## 2. THE MATRIX RELATIONS BASED ON THE FIRST TYPE SHIFTED CHEBYSHEV POLYNOMIALS

In this section firstly, the approximate solution (4) is represented as

$$y_N(t) = \mathbf{T}^*(t) \mathbf{A} \quad (8)$$

in matrix form. Here,  $\mathbf{T}^*(t) = [T_0^*(t) \ T_1^*(t) \ \dots \ T_N^*(t)]$ ,  $\mathbf{A} = ([a_0 \ a_1 \ \dots \ a_N])^T$ . On the other hand, the first type shifted Chebyshev polynomials can be written as

$$\mathbf{T}^*(t) = \mathbf{X}(t) (\mathbf{D}^T)^{-1} \quad (9)$$

in matrix form of standard bases. Here,

$$\mathbf{X}(t) = [1 \ t \ \dots \ t^N], \quad \mathbf{D} = \begin{bmatrix} 2^0 \binom{0}{0} & 0 & \dots & 0 \\ 2^{-2} \binom{2}{1} & 2^{-1} \binom{2}{0} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 2^{-2N} \binom{2N}{N} & 2^{-2N+1} \binom{2N}{N-1} & \dots & 2^{-2N+1} \binom{2N}{0} \end{bmatrix}.$$

From here, the Equation (9) is substituted in Equation (8), and the approximate solution is obtained in the matrix form

$$y_N(t) = \mathbf{X}(t) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A}. \quad (10)$$

Now, the derivative of Equation (10) is taken and it is obtained as follows

$$y'_N(t) = \mathbf{X}(t) \mathbf{B}^T (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} \quad (11)$$

where

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & N & 0 \end{bmatrix}.$$

Similarly, if the expression (10) is derivatized 2 times, it becomes

$$y_N''(t) = \mathbf{X}(t) (\mathbf{B}^T)^2 (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A}. \quad (12)$$

Then,  $t \rightarrow 0$  and  $t \rightarrow b$  are written in Eq. (10) and these matrix forms are written in the conditions (2). Thus, the matrix form of conditions are expressed as

$$y_N(0) = \mathbf{X}(0) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} = \alpha \quad \text{and} \quad y_N(b) = \mathbf{X}(b) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} = \beta. \quad (13)$$

Finally in this section, the Equations (10), (11) and (12) are substituted in the Equation (1). Thus, the Equation (1) becomes

$$\varepsilon \mathbf{X}(t) (\mathbf{B}^T)^2 (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} + p(t) \mathbf{X}(t) \mathbf{B}^T (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} + r(t) \mathbf{X}(t) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} = g(t) \quad (14)$$

### 3. THE OPERATIONAL METHOD

In this section firstly, the function  $g(t)$  can be approached by the first type shifted Chebyshev polynomials in the form

$$g(t) \approx \mathbf{X}(t) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{G}^T(t). \quad (15)$$

Now let us substitute approximating (15) in the Equation (14) and thus we have

$$\varepsilon \mathbf{X}(t) (\mathbf{B}^T)^2 (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} + p(t) \mathbf{X}(t) \mathbf{B}^T (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} + r(t) \mathbf{X}(t) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} \approx \mathbf{X}(t) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{G}^T(t). \quad (16)$$

Then, the residual function  $R(t)$  is expressed as

$$\mathbf{R}(t) \approx \varepsilon \mathbf{X}(t) (\mathbf{B}^T)^2 (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} + p(t) \mathbf{X}(t) \mathbf{B}^T (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} + r(t) \mathbf{X}(t) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} - \mathbf{X}(t) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{G}^T(t). \quad (17)$$

Finally we apply the Tau method as follows

$$\langle \mathbf{R}(t), \mathbf{T}^*(t) \rangle = \int_0^1 R(t) T_n^*(t) dt = 0, \quad n = 0, 1, \dots, N-2 \quad (18)$$

Thus, the expression becomes a system of N-1 equations. This system is handled with the conditions (13) and the system of equations with N + 1 unknowns occurs. Then, this system is solved with the help of Matlab. Thus, the sought coefficient matrix  $\mathbf{A}$  is obtained. When this coefficient matrix  $\mathbf{A}$  is written in the Equation (10), the approximate solution is found based on the first type shifted Chebyshev polynomials.

### 4. ILLUSTRATIVE EXAMPLES

**Example 1:** Let's think the singularly perturbed differential equation

$$\varepsilon y''(t) + \frac{1}{t+1}y'(t) + \frac{1}{t+2}y(t) = g(t), \quad 0 \leq t \leq 1 \quad (19)$$

with the boundary conditions

$$y(0) = 1 + 2^{-1/\varepsilon} \text{ and } y(1) = 2 + e \quad (20)$$

Firstly, let's apply the present method for the Equation (19)-(20) taking  $N=5$  in the form

$$y_5(t) = \sum_{r=0}^5 a_r T_r^*(t) \quad (21)$$

while  $p(t) = \frac{1}{t+1}$ ,  $r(t) = \frac{1}{t+2}$ ,  $g(t) = \left(-\varepsilon + \frac{1}{t+1} + \frac{1}{t+2}\right)e^t + \frac{1}{t+2}2^{-1/\varepsilon}(t+1)^{1+1/\varepsilon}$  and  $y(t) = e^t + 2^{-1/\varepsilon}(t+1)^{1+1/\varepsilon}$ . For this purpose, we create the residual function  $R(t)$  as

$$\mathbf{R}(t) \approx \varepsilon \mathbf{X}(t) (\mathbf{B}^T)^2 (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} + p(t) \mathbf{X}(t) \mathbf{B}^T (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} + r(t) \mathbf{X}(t) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} - \mathbf{X}(t) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{G}^T(t). \quad (22)$$

Secondly, by using the Tau method, we convert the Equation (19)-(20) to the  $N-1$  nonlinear equations as

$$\langle \mathbf{R}(t), \mathbf{T}^*(t) \rangle = \int_0^1 R(t) T_n^*(t) dt = 0, \quad n = 0,1,2,3. \quad (23)$$

Then, we write the boundary conditions

$$y_5(0) = \mathbf{X}(0) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} = 1 + 2^{-1/\varepsilon} \text{ and } y_5(1) = \mathbf{X}(1) (\mathbf{D}^T)^{-1} \mathbf{A} = 2 + e. \quad (24)$$

As the next step, we solve by taking the system (23) and (24) together and we calculate the coefficient matrix as

$$\mathbf{A} = [1414/565 \quad 1904/1073 \quad 624/1627 \quad 139/2609 \quad 59/14020 \quad 16/106991]^T \quad (25)$$

Finally, we substitute this coefficient matrix  $\mathbf{A}$  in the solution form (21) and thus we obtain the approximate solution in the form

$$y_5(t) = 7.656718789430887e-02 t^5 + 3.472410887521022e-01 t^4 + 7.950403719704185e-01 t^3 + 1.124427784072953e+00 t^2 + 1.312505131810551e+00 t + 1.062500324481731e+00. \quad (26)$$

In Table 1, the actual errors of the model (19)-(20) for different values  $N$  and  $\varepsilon$  are compared. In Figure 4, the actual errors are compared of the model (19)-(20) for  $\varepsilon = 2^{-2}$  and for different values  $N$ . In Figure 5, the actual errors are compared of the model (19)-(20) for  $\varepsilon = 2^{-3}$  and for different values  $N$ . In Figure 6, the actual errors are compared of the model (19)-(20) for  $\varepsilon = 2^{-4}$  and for different values  $N$ . In Figure 7, the actual errors are compared of the model (19)-(20) as  $N$  is 5 and for different values  $\varepsilon$ . In addition, the approximate solutions of the model (19)-(20) for different values  $N$  and  $\varepsilon$  are compared in Figures 1, 2 and 3. As a result of all these comparisons, it can be said that better results are obtained for larger values  $N$  and  $\varepsilon$ . On the other hand, in Table 2, the maximum errors of the model (19)-

(20) for different values  $\varepsilon$  are compared with the Bessel collocation method (Yüzbaşı, 2015). From here, it can be observed that better results are achieved with the current method.

**Table 1.** The absolute errors of the model (19)-(20) for various  $N$  and  $\varepsilon$

|       | Actual Error<br>$e_3(t_s)$ for PM | Actual Error<br>$e_3(t_s)$ for PM | Actual Error<br>$e_3(t_s)$ for PM | Actual Error<br>$e_5(t_s)$ for PM | Actual Error<br>$e_5(t_s)$ for PM | Actual Error<br>$e_5(t_s)$ for PM |
|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $t_s$ | $\varepsilon = 2^{-2}, N = 3$     | $\varepsilon = 2^{-3}, N = 3$     | $\varepsilon = 2^{-4}, N = 3$     | $\varepsilon = 2^{-2}, N = 5$     | $\varepsilon = 2^{-3}, N = 5$     | $\varepsilon = 2^{-4}, N = 5$     |
| 0     | 9.9596e-07                        | 2.2898e-08                        | 2.7499e-07                        | 3.2448e-07                        | 2.0141e-06                        | 5.2677e-07                        |
| 0.2   | 6.0539e-03                        | 4.6484e-03                        | 1.7278e-01                        | 3.8857e-06                        | 2.3766e-03                        | 5.3892e-02                        |
| 0.4   | 2.3284e-02                        | 1.4426e-01                        | 3.8399e-01                        | 2.1287e-06                        | 1.6814e-04                        | 1.3332e-02                        |
| 0.6   | 2.7592e-02                        | 2.1598e-01                        | 8.6213e-01                        | 3.6354e-06                        | 1.3928e-03                        | 3.4168e-02                        |
| 0.8   | 1.4084e-02                        | 1.2800e-01                        | 6.3583e-01                        | 2.5602e-06                        | 1.3899e-03                        | 3.2438e-02                        |
| 1     | 9.6665e-07                        | 7.3339e-07                        | 4.9726e-07                        | 6.0523e-08                        | 1.6061e-06                        | 5.1915e-07                        |

**Table 2.** Comparison of the maximum errors for the model (19)-(20) with the Bessel Collocation method

|               | The Maximum Errors for PM | The Maximum Errors for PM | The Maximum Errors for BCM<br>(Yüzbaşı, 2015) |
|---------------|---------------------------|---------------------------|---|
| $\varepsilon$ | $N=3$                     | $N=5$                     | $N=5$   |
| $2^{-2}$      | 2.8356e-02                | 4.6303e-06                | 6.2720e-5                                     |
| $2^{-3}$      | 2.1609e-01                | 2.3936e-03                | 1.8587e-2                                     |
| $2^{-4}$      | 8.8638e-01                | 5.8093e-02                | 1.7944e-1                                     |

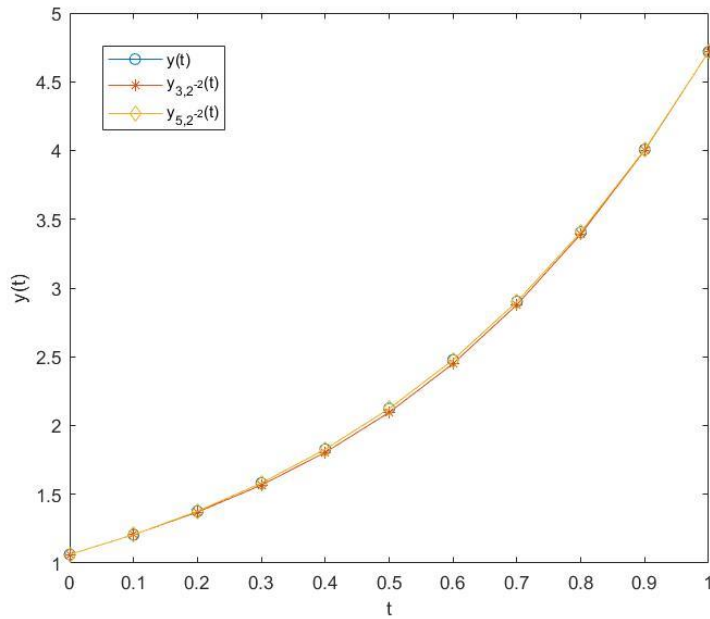


Figure 1. Comparison of the approximate solutions of the model (19)-(20) for  $\varepsilon = 2^{-2}$  and  $N=3,5$

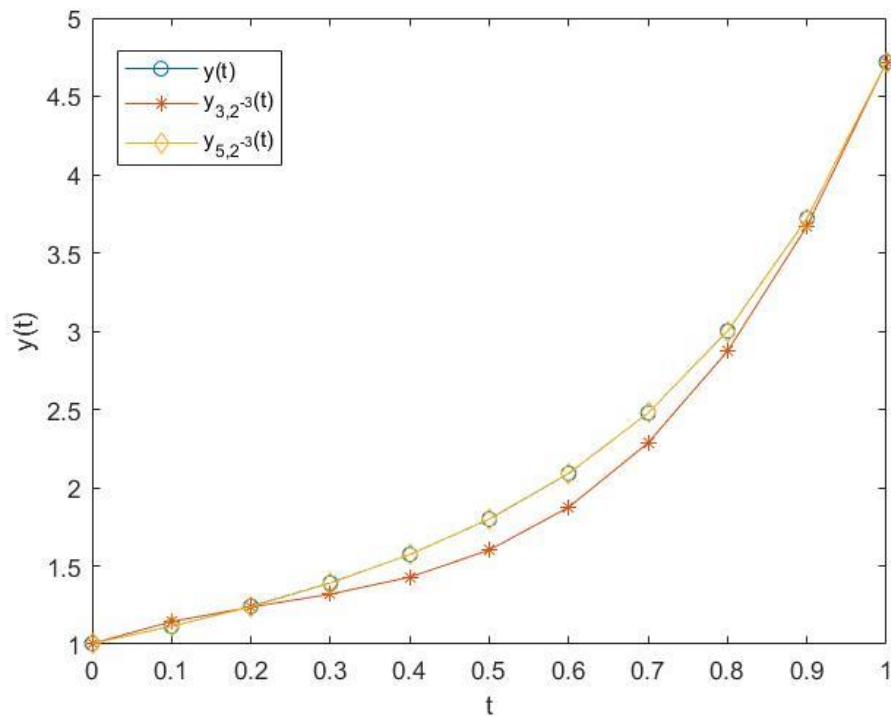
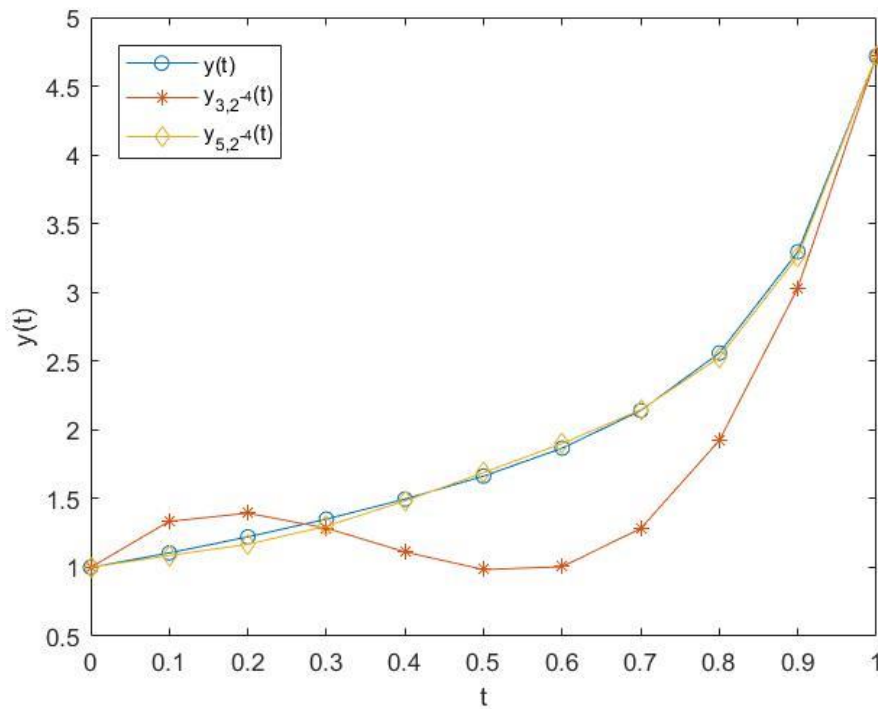
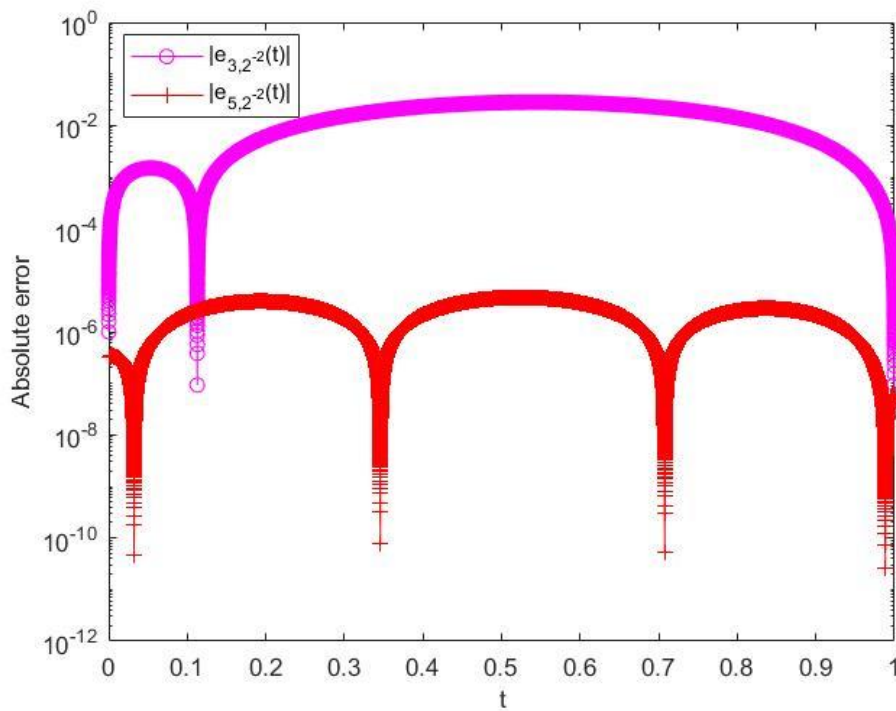


Figure 2. Comparison of the approximate solutions of the model (19)-(20) for  $\varepsilon = 2^{-3}$  and  $N=3,5$



**Figure 3.** Comparison of the approximate solutions of the model (19)-(20) for  $\varepsilon = 2^{-4}$  and  $N=3,5$



**Figure 4.** Comparison of the actual errors of the model (19)-(20) for  $\varepsilon = 2^{-2}$  and  $N=3,5$

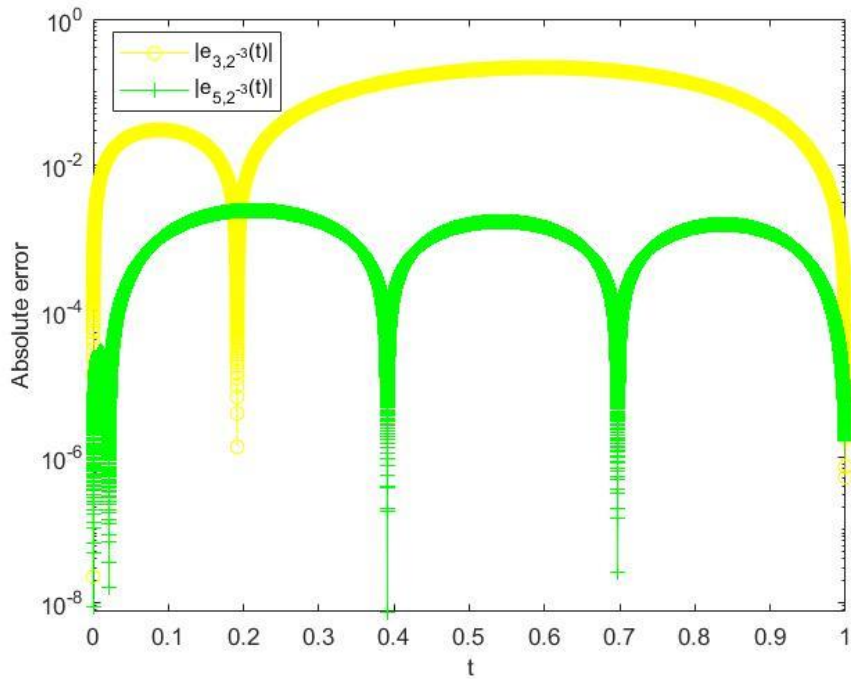


Figure 5. Comparison of the actual errors of the model (19)-(20) for  $\varepsilon = 2^{-3}$  and  $N=3,5$

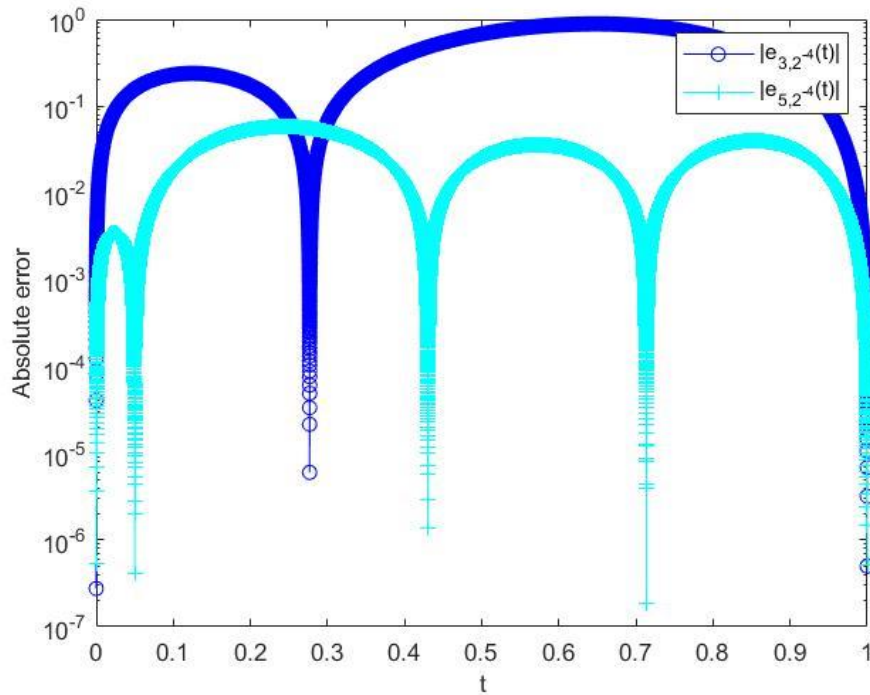
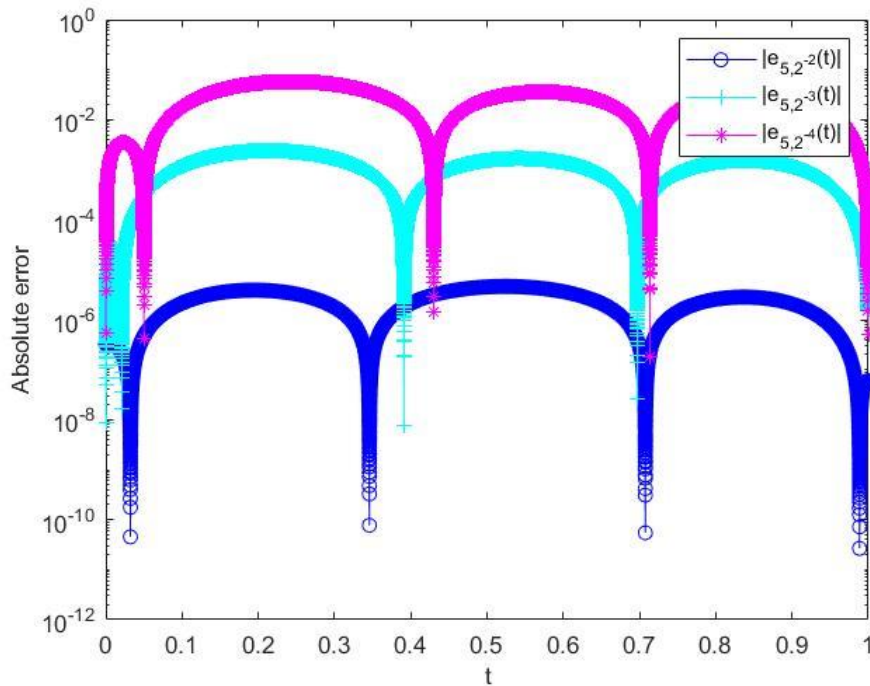


Figure 6. Comparison of the actual errors of the model (19)-(20) for  $\varepsilon = 2^{-4}$  and  $N=3,5$



**Figure 7.** Comparison of the actual errors of the model (19)-(20) for  $\varepsilon = 2^{-2}, 2^{-3}, 2^{-4}$  and  $N=5$

## 6. CONCLUSION

The numerical solutions of differential equations that are singularly perturbed have generally been of great importance. In this study, an operational matrix method based on the first type shifted Chebyshev polynomials for the numerical solutions of the differential equations singularly perturbed is investigated. According to the method, the problem is transformed into an algebraic system with unknown coefficients based on the first type shifted Chebyshev polynomials with the help of the Tau method. By solving this system with the help of Matlab, the coefficient matrix based on the first type shifted Chebyshev polynomials is obtained. The approximate solution is reached by writing the obtained coefficient matrix into the created solution form. In addition, the method is applied on a numerical example and the obtained results are shown in tables and graphs. In addition, the obtained results are compared with another method in the literature and thus it can be observed that better results are obtained with the present method. According to the obtained results, it is observed that a better approach to the solution is made for larger values of  $N$  and  $\varepsilon$ .



## REFERENCES

- Chakravarthy, P. P., Phaneendra, K., & Reddy, Y. N. (2007). A seventh order numerical method for singular perturbation problems. *Applied Mathematics and Computation*, 186, 860–871.
- Das, P., & Mehrmann, V. (2016). Numerical solution of singularly perturbed convection-diffusion-reaction problems with two small parameters. *BIT Numer Math*, 56, 51–76.
- Geng, F. Z., Qian, S. P., & Cui, M. G. (2015). Improved reproducing kernel method for singularly perturbed differential-difference equations with boundary layer behavior. *Applied Mathematics and Computation*, 252(1), 58-63.
- Gharibi, Z., & Dehghan, M. (2021). Convergence analysis of weak Galerkin flux-based mixed finite element method for solving singularly perturbed convection-diffusion-reaction problem. *Applied Numerical Mathematics*, 163, 303-316.
- Habib, H. M., & El-Zahar, E. R. (2007). An algorithm for solving singular perturbation problems with mechanization. *Applied Mathematics and Computation*, 188, 286–302.
- Kadalbajoo, M. K., & Parora, P. (2009). B-spline collocation method for the singular perturbation problem using artificial viscosity. *Computational and Mathematical with Applications*, 57, 650–663.
- Kadalbajoo, M. K., & Parora, P. (2009). B-spline collocation method for the singular perturbation problem using artificial viscosity. *Computational and Mathematical with Applications*, 57, 650–663.
- Kadalbajoo, M. K., & Parora, P. (2010). B-splines with artificial viscosity for solving singularly perturbed boundary value problems. *Computational and Mathematical with Applications*, 52, 654–666.
- Kumar, M. (2003). A second order spline finite difference method for singular two-point boundary value problems equations. *Applied Mathematics and Computation*, 142, 283–290.
- Lin, R., Ye, X., Zhang, S., & Zhu, P. (2018). A Weak Galerkin Finite Element Method for Singularly Perturbed Convection-Diffusion-Reaction Problems. *SIAM J. Numer. Anal.*, 56(3), 1482–1497.
- Öztürk, Y., Gülsu, M., & Sezer, M. (2011). Approximate solution of the singular-perturbation problem on Chebyshev-Gauss grid. *Journal of Advanced Research in Differential Equations*, 3(3), 1–13.
- Yüzbaşı, Ş. (2015). A collocation method based on the Bessel functions of the first kind for singular perturbed differential equations and residual correction. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 38(14), 3033-3042.

## DEĞİŞKEN KATSAYILI LİNEER NÖTR GECİKMELİ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN YAKLAŞIK ÇÖZÜMLERİ İÇİN BİR KOLLOKASYON YÖNTEMİ

A COLLOCATION METHOD FOR THE APPROXIMATE SOLUTIONS OF LINEAR NEUTRAL  
DELAYED DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH VARIABLE COEFFICIENT

**Gamze YILDIRIM**

Dr. Öğrencisi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı,

ORCID NO: 0000-0002-6020-8618

**Şuayip YÜZBAŞI**

Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü, (Sorumlu Yazar)

ORCID NO: 0000-0002-5838-7063

### ÖZET

Bu çalışmada, değişken katsayılı lineer nötr gecikmeli diferansiyel denklemlerin yaklaşık çözümlerini bulmak için Pell-Lucas polinomlarına dayalı bir kollokasyon yöntemi çalışılır. Pell-Lucas polinomlarının kesilmiş bir serisi formunda değişken katsayılı lineer nötr gecikmeli diferansiyel denklemlerin yaklaşık çözümleri aranır. Yöntemin ilk adımında, Pell-Lucas polinomları matris formuna getirilerek çözüm formu matris formunda ifade edilir. Daha sonra, problemde bulunan her bir türev için çözüm formunun temsilleri matris formunda ifade edilir. Çözüm formu ve gerekli türevlerin matris formları problemde yerine konular ve elde edilen denklemde kollokasyon noktaları kullanılarak problem cebirsel bir denklem sistemine indirgenir. Elde edilen bu cebirsel sistem kapalı formda ifade edilir. Problemde var olan koşullar çözüm formu türünden matris formunda ifade edilir. Elde edilen cebirsel sistem ve koşulların matris formları birlikte ele alınarak yeni bir lineer cebirsel sistem elde edilir. Son elde edilen bu lineer cebirsel sistem çözülerek aranan yaklaşık çözüm olan Pell-Lucas serisindeki katsayılar belirlenir. Belirlenen katsayılar çözüm formu olan seride yerine yazılarak Pell-Lucas polinomlarına dayalı yaklaşık çözüm bulunmuş olur. Ek olarak, rezidüel hata fonksiyonu yardımıyla bir hata problemi oluşturulur. Bu hata problemi önerilen Pell-Lucas kollokasyon yöntemi ile çözülerek hata fonksiyonu tahmin edilir. Problemin tam çözümü bilinmediğinde elde edilen bu tahmini hata fonksiyon sayesinde çözümlerin doğruluğunun ne derecede doğru olduğu hakkında ölçüm yapılması sağlanır. Öte yandan, elde edilen sonuçlar literatürdeki mevcut diğer yöntemlerin sonuçları ile kıyaslanır. Bu çalışmadaki nümerik hesaplamalar ve grafikler Matlab'da hazırlanan kodlar yardımıyla hesaplanır.

**Anahtar Kelimeler:** Pell-Lucas Polinomları, Kollokasyon Yöntemi, Nötr Gecikmeli Diferansiyel Denklemler, Yaklaşım Yöntemleri

### ABSTRACT

In this study, a collocation method based on the Pell-Lucas polynomials is studied to find the approximate solutions of the linear neutral delay differential equations with variable coefficients. Approximate solutions of the linear neutral delay differential equations with variable coefficients in the form of a truncated series of the Pell-Lucas polynomials are sought. Firstly for the method, by bringing the Pell-Lucas polynomials into matrix form, the solution form is expressed in matrix form. Then, the representations of the solution form for each derivative in the problem are expressed in matrix form. The solution form and the matrix forms of the required derivatives are put in place in the problem and the problem is reduced to an algebraic equation system by using the collocation points in the obtained equation. This algebraic system is expressed in closed form. The conditions in the problem are expressed in matrix form of the solution form. A new linear algebraic system is obtained by considering the matrix forms of the obtained algebraic system and conditions together. The coefficients in the Pell-Lucas series, which is the approximate solution sought, are determined by solving this last linear algebraic system. By writing the determined coefficients instead of the series, the solution form, an approximate solution

based on the Pell-Lucas polynomials is found. In addition, an error problem is generated with the help of the residual error function. The error function is estimated by solving this error problem with the proposed Pell-Lucas collocation method. Thanks to this estimated error function, which is obtained when the exact solution of the problem is not known, the measurement is made about the accuracy of the solutions. On the other hand, the obtained results are compared with the results of other methods available in the literature. Numerical calculations and graphics in this study are calculated with the help of codes prepared in Matlab.

**Keywords:** Pell-Lucas Polynomials, Collocation Method, Neutral Delay Differential Equations, Approximation Methods

## 1. INTRODUCTION

The neutral delay differential equations are very important in science and engineering. Lately, various methods for solving the neutral delay differential equations are available in the literature (Bellen & Guglielmi, 2009), (Chen & Wang, 2010), (Kurt & Sezer, 2008), (Sezer & Gülsu, 2005), (Sezer, Yalçınbaş, & Gülsu, 2008), (Sezer, Yalçınbaş, & Şahin, 2008), (Wang G. Q., 2007), (Wang & Li, 2007), (Wang, Zhang, & Li, 2009), (Yalçınbaş, Sezer, & Sorkun, 2009), (Yüzbaşı, Şahin, & Sezer, 2011).

In this research, we examine a numerical method for linear neutral delay differential equations with variable coefficients

$$y'(t) = A(t) y(t) + \sum_{i=1}^P B_i(t) y(\lambda_i t) + \sum_{j=1}^Q C_j(t) y'(\mu_j t) + g(t), \quad 0 \leq t \leq b \quad (1)$$

with the initial condition

$$y(0) = \gamma \quad (2)$$

where,  $y(t)$  is an unknown function,  $A(t), B_i(t), C_j(t)$  and  $g(t)$  are the known functions,  $\lambda_i, \mu_j$  and  $\gamma$  are the constants. The method provide to find the approximate solution of the problem (1)-(2) depending on the Pell-Lucas polynomials in the form

$$y_N(t) = \sum_{n=0}^N a_n Q_n(t). \quad (3)$$

Here,  $Q_n(t)$  represents the Pell-Lucas polynomials and it is defined by

$$Q_n(t) = \sum_{k=0}^{\lfloor n/2 \rfloor} 2^{n-2k} \frac{n}{n-k} \binom{n-k}{k} t^{n-2k}. \quad (4)$$

The recurrence relationship of the Pell-Lucas polynomials is given by

$$Q_n(t) = 2t Q_{n-1}(t) + Q_{n-2}(t), \quad n \geq 2 \quad (5)$$

and in the next section, the Pell-Lucas polynomials are expressed in matrix form using this relationship. Here,  $Q_0(t) = 2$  and  $Q_1(t) = 2t$ . The important property of the Pell-Lucas polynomials is the recurrence relation for the derivative in the form

$$Q'_n(t) = 2t Q'_{n-1}(t) + Q'_{n-2}(t) + 2Q_{n-1}(t), \quad n \geq 2 \quad (6)$$

Here,  $Q'_0(t) = 0$  and  $Q'_1(t) = 2$ . Also, another important property of the Pell-Lucas polynomials is that it has the generating function as

$$W(t, x) = \sum_{n=0}^{\infty} Q_{n+1}(t) x^n = (2t + 2x) [1 - 2tx - t^2]^{-1}. \quad (7)$$

## 2. THE MATRIX RELATIONS BASED ON THE PELL-LUCAS POLYNOMIALS

The first aim of this section is to express the approximate solutions (3) as

$$y_N(t) = \mathbf{Q}(t) \mathbf{A} \quad (8)$$

depending on the Pell Lucas polynomials (3) and using the recurrence relations (5). Here,  $\mathbf{Q}(t) = [Q_0(t) \ Q_1(t) \ \dots \ Q_N(t)]$ ,  $\mathbf{A} = ([a_0 \ a_1 \ \dots \ a_N])^T$ . Then, we can write the Pell-Lucas polynomials in matrix form

$$\mathbf{Q}(t) = \mathbf{X}(t) \mathbf{D}^T \quad (9)$$

where  $\mathbf{X}(t) = [1 \ t \ \dots \ t^N]$  and if  $N$  is odd

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 2^1 \frac{1}{1} \binom{1}{0} & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 2^0 \frac{2}{1} \binom{1}{1} & 0 & 2^2 \frac{2}{2} \binom{2}{0} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 2^1 \frac{3}{2} \binom{1}{1} & 0 & 2^3 \frac{3}{3} \binom{3}{0} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 2^0 \frac{4}{2} \binom{2}{2} & 0 & 2^2 \frac{4}{3} \binom{3}{1} & 0 & 2^4 \frac{4}{4} \binom{4}{0} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 2^1 \frac{5}{3} \binom{3}{2} & 0 & 2^3 \frac{5}{4} \binom{4}{1} & 0 & 2^5 \frac{5}{5} \binom{5}{0} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 2^1 \frac{N}{N+1} \binom{\frac{N+1}{2}}{\frac{N-1}{2}} & 0 & 2^3 \frac{N}{N+3} \binom{\frac{N+3}{2}}{\frac{N-3}{2}} & 0 & 2^5 \frac{N}{N+5} \binom{\frac{N+5}{2}}{\frac{N-5}{2}} & \dots & 2^N \frac{N}{N} \binom{N}{0} \end{bmatrix},$$

if  $N$  is even

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix}
 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 2^1 \frac{1}{1} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 2^0 \frac{2}{1} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} & 0 & 2^2 \frac{2}{2} \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 2^1 \frac{3}{2} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} & 0 & 2^3 \frac{3}{3} \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \end{pmatrix} & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 2^0 \frac{4}{2} \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix} & 0 & 2^2 \frac{4}{3} \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix} & 0 & 2^4 \frac{4}{4} \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \end{pmatrix} & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 2^1 \frac{5}{3} \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix} & 0 & 2^3 \frac{5}{4} \begin{pmatrix} 4 \\ 1 \end{pmatrix} & 0 & 2^5 \frac{5}{5} \begin{pmatrix} 5 \\ 0 \end{pmatrix} & \dots & 0 \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 2^0 \frac{N}{2} \begin{pmatrix} N \\ 2 \\ N \\ 2 \end{pmatrix} & 0 & 2^2 \frac{N}{N+2} \begin{pmatrix} N+2 \\ 2 \\ N-2 \\ 2 \end{pmatrix} & 0 & 2^4 \frac{N}{N+2} \begin{pmatrix} N+4 \\ 2 \\ N-4 \\ 2 \end{pmatrix} & 0 & \dots & 2^N \frac{N}{N} \begin{pmatrix} N \\ 0 \end{pmatrix}
 \end{bmatrix}.$$

Now, by substituting the Equation (9) in the expression (8), we have

$$y_N(t) = \mathbf{X}(t) \mathbf{D}^T \mathbf{A}. \quad (10)$$

Secondly, we take the derivative of the Equation (10) and thus we get

$$y'_N(t) = \mathbf{X}(t) \mathbf{B}^T \mathbf{D}^T \mathbf{A} \quad (11)$$

where

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix}
 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 0 & 2 & 0 & \dots & 0 & 0 \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\
 0 & 0 & 0 & \dots & N & 0
 \end{bmatrix}.$$

As the third, the matrix relations for delayed terms are created. For this purpose,  $\lambda_i t$  is written instead of  $t$  in the expression (10) and thus we have the matrix relation

$$y_N(\lambda_i t) = \mathbf{X}(t) \mathbf{N}(\lambda_i) \mathbf{D}^T \mathbf{A} \quad (12)$$

where

$$\mathbf{N}(\lambda_i) = \begin{bmatrix}
 (\lambda_i)^0 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & (\lambda_i)^1 & \dots & 0 \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 0 & 0 & \dots & (\lambda_i)^N
 \end{bmatrix}.$$

On the other hand, by utilizing the Equations (11) and (12), we reach the matrix form for the delayed term of the derivative function as

$$y'_N(\mu_j t) = \mathbf{X}(t) \mathbf{N}(\mu_j) \mathbf{B}^T \mathbf{D}^T \mathbf{A} \quad (13)$$

where

$$N(\mu_j) = \begin{bmatrix} (\mu_j)^0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & (\mu_j)^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & (\mu_j)^N \end{bmatrix}$$

Finally, by using the Equation (10), the matrix form of the initial condition is obtained as  $y_N(0) = X(0) D^T A$ . Namely,

$$UA = [\gamma] \text{ or } [U; \gamma], U = X(0) D^T. \quad (14)$$

### 3. THE PELL-LUCAS COLLOCATION METHOD

This part of the work begins by replacing the matrix relations (10), (11), (12) and (13) in the Equation (1). So we have

$$X(t) B^T D^T A = A(t)X(t) D^T A + \sum_{i=1}^P B_i(t) X(t) N(\lambda_i) D^T A + \sum_{j=1}^Q C_j(t) X(t) N(\mu_j) B^T D^T A + g(t). \quad (15)$$

Then, to apply the method, equally spaced collocation points are defined as

$$t_s = \frac{b}{N} s, \quad s = 0, 1, \dots, N. \quad (16)$$

Next, this collocation points (16) are used in the equation (15), and thus we get the matrix equation

$$X(t_s) B^T D^T A = A(t_s)X(t_s) D^T A + \sum_{i=1}^P B_i(t_s) X(t_s) N(\lambda_i) D^T A + \sum_{j=1}^Q C_j(t_s) X(t_s) N(\mu_j) B^T D^T A + g(t_s) \quad (17)$$

or

$$\left\{ X B^T D^T - \bar{A} X D^T - \sum_{i=1}^P B_i X N(\lambda_i) D^T - \sum_{j=1}^Q C_j X N(\mu_j) B^T D^T \right\} A = G \quad (18)$$

where for  $s=0, 1, \dots, N$

$$X = \begin{bmatrix} X(t_0) \\ X(t_1) \\ \vdots \\ X(t_N) \end{bmatrix}, G = \begin{bmatrix} g(t_0) \\ g(t_1) \\ \vdots \\ g(t_N) \end{bmatrix}, \bar{A} = \text{diag}(A(t_s)), B_i = \text{diag}(B_i(t_s)), C_j = \text{diag}(C_j(t_s)).$$

This matrix equation (18) can be briefly represented as

$$WA = G \text{ or } [W; G] \quad (19)$$

where

$$W = X B^T D^T - \bar{A} X D^T - \sum_{i=1}^P B_i X N(\lambda_i) D^T - \sum_{j=1}^Q C_j X N(\mu_j) B^T D^T .$$

As the next step in this section, instead of any line of the fundamental equation (19), the matrix relation (14) created with the help of the initial condition are written and thus the expanded matrix of  $\widetilde{W}A = \widetilde{G}$  is created

$$[\widetilde{W}; \widetilde{G}] = \begin{bmatrix} w_{00} & w_{01} & w_{02} & \cdots & w_{0N} & ; & g(t_0) \\ w_{10} & w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N} & ; & g(t_1) \\ w_{20} & w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N} & ; & g(t_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_{(N-1)0} & w_{(N-1)1} & w_{(N-1)2} & \cdots & w_{(N-1)N} & ; & g(t_{N-1}) \\ u_0 & u_1 & u_2 & \cdots & u_N & ; & \gamma \end{bmatrix} . \quad (20)$$

Finally, this system of equations is solved and the solution of this system gives the coefficient matrix  $A$ . The solution of this system is done with the help of codes prepared in Matlab and it is computed by  $A = (\widetilde{W})^{-1} \widetilde{G}$ . By replacing this coefficient matrix in the solution form (10), the approximate solution is obtained depending on the Pell-Lucas polynomials.

#### 4. ERROR ESTIMATION

In this section, it is developed an error estimation method. For this purpose, we define the residual function in the form

$$R_N(t) = y'_N(t) - A(t) y_N(t) - \sum_{i=1}^P B_i(t) y_N(\lambda_i t) - \sum_{j=1}^Q C_j(t) y'_N(\mu_j t) - g(t). \quad (21)$$

The approximate solution in Section 3 provides the condition (2). By arranging Eq. (21), we can write

$$\left\{ \begin{array}{l} y'_N(t) - A(t) y_N(t) - \sum_{i=1}^P B_i(t) y_N(\lambda_i t) - \sum_{j=1}^Q C_j(t) y'_N(\mu_j t) = R_N(t) + g(t) \\ y_N(0) = \gamma \end{array} \right. \quad (22)$$

Here,  $y(t)$  is the exact solution and  $y_N(t)$  is the approximate solution. Let us show the error function  $e_N(t)$  as

$$e_N(t) = y(t) - y_N(t). \quad (23)$$

Now, we subtracted the (22) from the (1)-(2) and also we have

$$\left\{ \begin{array}{l} e'_N(t) - A(t) e_N(t) - \sum_{i=1}^P B_i(t) e_N(\lambda_i t) - \sum_{j=1}^Q C_j(t) e'_N(\mu_j t) = -R_N(t) \\ e_N(0) = 0 \end{array} \right. \quad (24)$$

As a result, we apply the method in Section 3 to the error problem (24) and we obtain the estimated error function

$$e_{N,M}(t) = \sum_{n=0}^M a_n^* Q_n(t). \quad (25)$$

## 5. APPLICATION OF THE METHOD

**Example 1:** Firstly, we consider the linear neutral delay differential equation

$$y'(t) = y(t) + \cos(0.25 t) y(0.2 t) - \sin(0.2 t) y'(0.25 t) + \cos(t) - \sin(t), \quad 0 \leq t \leq 1 \quad (26)$$

and the initial condition

$$y(0) = 0. \quad (27)$$

Now, let's investigate the approximate solution of the Equation (26)-(27) for  $N=3$  according to the present method in the form

$$y_N(t) = \sum_{n=0}^3 a_n Q_n(t) \quad (28)$$

where  $A(t) = 1, B_1(t) = \cos(0.25 t), \lambda_1 = 0.2, C_1(t) = -\sin(0.2 t), \mu_1 = 0.25$  and  $g(t) = \cos(t) - \sin(t)$ . Secondly, the fundamental matrix equation becomes

$$\{\mathbf{T B}^T \mathbf{D}^T - \bar{\mathbf{A}} \mathbf{T D}^T - \mathbf{B}_1 \mathbf{T N}(\lambda_1) \mathbf{D}^T - \mathbf{C}_1 \mathbf{T N}(\mu_1) \mathbf{B}^T \mathbf{D}^T\} \mathbf{A} = \mathbf{G} \quad (29)$$

and so the augmented matrix for the fundamental matrix equation is obtained as

$$[\mathbf{W}; \mathbf{G}] = \begin{bmatrix} -4 & 2 & -4 & 6 & ; & 1 \\ -6904/1729 & 1223/917 & -893/512 & 1225/192 & ; & 1419/2297 \\ -1720/433 & 845/1262 & -635/2051 & 21279/2051 & ; & 361/2155 \\ -760/193 & 168/17189 & 1513/4969 & 797/49 & ; & -1005/3337 \end{bmatrix}. \quad (30)$$

Similarly, the new augmented matrix based on the condition is calculated as

$$[\tilde{\mathbf{W}}; \tilde{\mathbf{G}}] = \begin{bmatrix} -4 & 2 & -4 & 6 & ; & 1 \\ -6904/1729 & 1223/917 & -893/512 & 1225/192 & ; & 1419/2297 \\ -1720/433 & 845/1262 & -635/2051 & 21279/2051 & ; & 361/2155 \\ 2 & 0 & 2 & 0 & ; & 0 \end{bmatrix}. \quad (31)$$

As the next step, we solve this system and we gain

$$\mathbf{A} = [13/10326 \ 694/1243 \ -13/10326 \ -191/9824]^T \quad (32)$$

Finally, we put this coefficient matrix  $\mathbf{A}$  into the solution form (28) and we obtain the approximate solution as

$$y_3(t) = -0.155537424589 t^3 - 0.00503582888324 t^2 + t + 5.551115123129999e - 017. \quad (33)$$

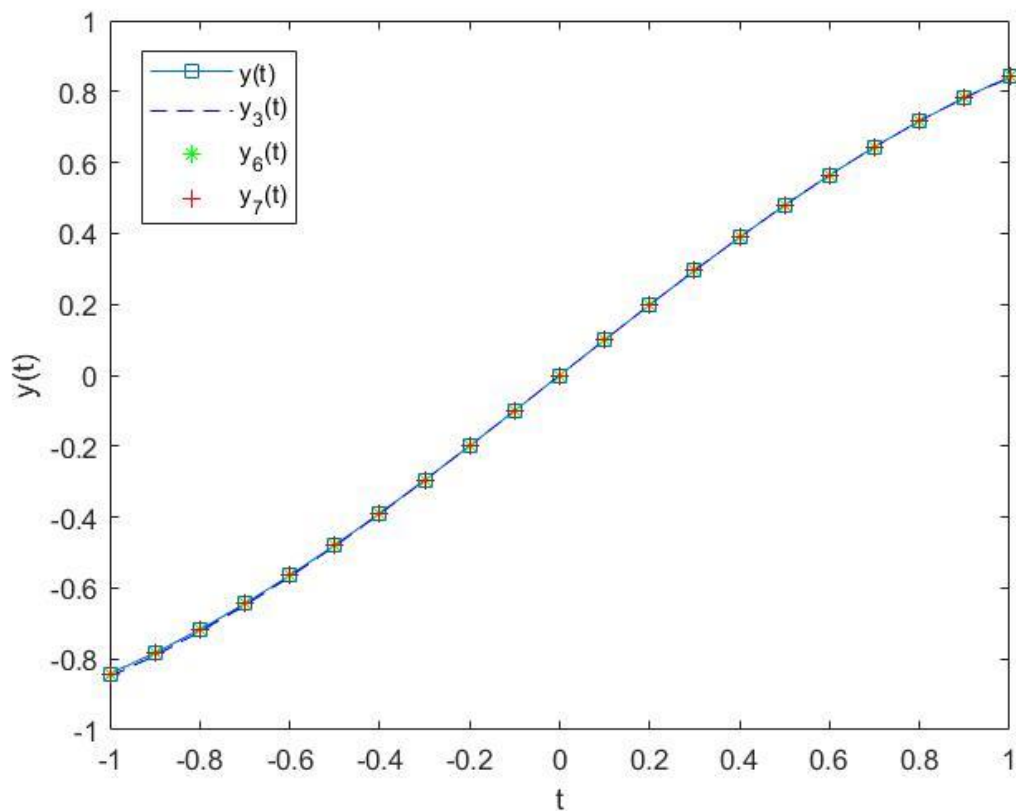
The numerical results obtained as a result of the method applied for Example 1 are explained in Table 1 and Figures 1-3. Accordingly, the actual errors decrease as the value of the  $N$  increases. Compared to the Bessel method (Yüzbaşı, Şahin, & Sezer, 2011), there are points where it gives better results,



although similar results are obtained. On the other hand, according to the error estimation method discussed in the Section 4 of the study, it is seen that the results of the estimated errors are very close to the results of the actual errors. That is, it can be said that the error estimation method, which depends on the residual function, is also quite effective.

**Table 1.** The absolute errors for model (26)-(27) and comparison with the Bessel method

|       | Actual Error for PM | Actual Error for PM | Estimated Error for PM | Actual Error for PM | Estimated Error for PM | Actual Error for BM (Yüzbaşı, Şahin, & Sezer, 2011) |
|-------|---------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---|
| $t_s$ | $e_3(t_s)$          | $e_6(t_s)$          | $e_{6,7}(t_s)$         | $e_7(t_s)$          | $e_{7,10}(t_s)$        | $e_7(t_s)$  |
| 0     | 5.5511e-017         | 4.5550e-015         | 4.0658e-020            | 1.0703e-015         | 8.0203e-020            | 0   |
| 0.2   | 1.1506e-004         | 5.3856e-008         | 5.3072e-008            | 7.8342e-010         | 7.8336e-010            | 7.8343e-010   |
| 0.4   | 1.7847e-004         | 5.2769e-008         | 5.1848e-008            | 9.2041e-010         | 9.2033e-010            | 9.2046e-010   |
| 0.6   | 5.1456e-005         | 6.6869e-008         | 6.5743e-008            | 1.1259e-009         | 1.1258e-009            | 1.0483e-009   |
| 0.8   | 2.1418e-004         | 1.2301e-007         | 1.2163e-007            | 1.3818e-009         | 1.3817e-009            | 9.7238e-009   |
| 1     | 2.0442e-003         | 7.7642e-007         | 8.0205e-007            | 2.5630e-008         | 2.5632e-008            | 5.4000e-007   |



**Figure 1.** Comparison of the approximate solutions of the model (26) - (27) for different  $N$  values

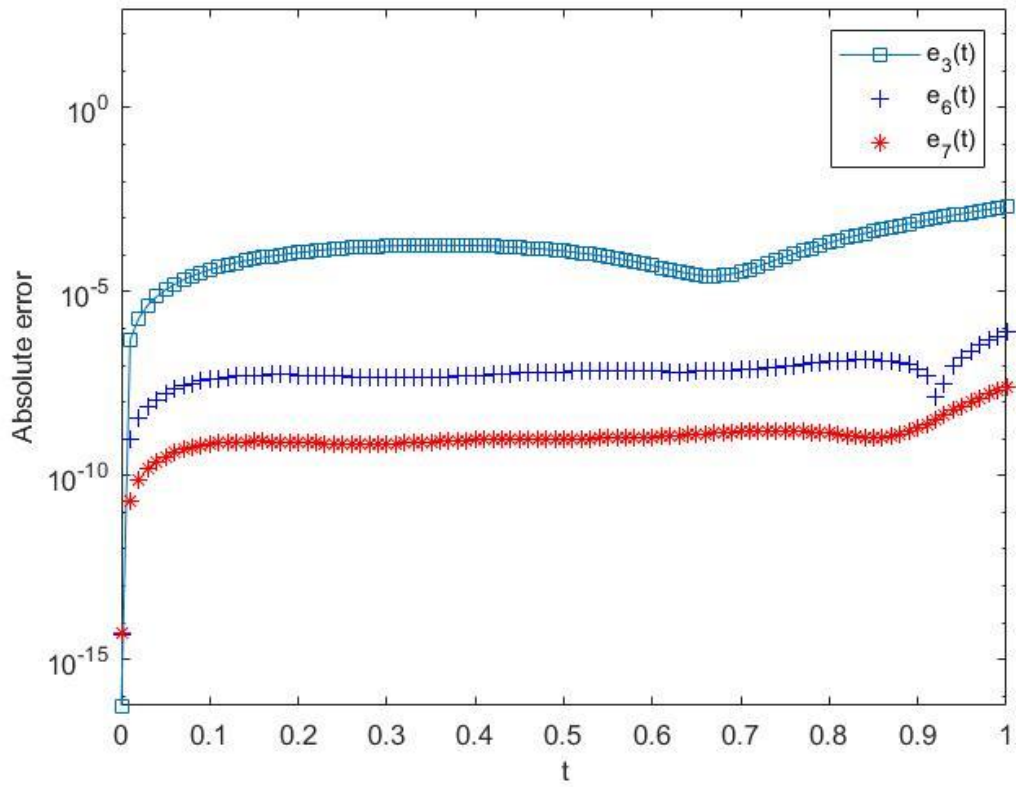
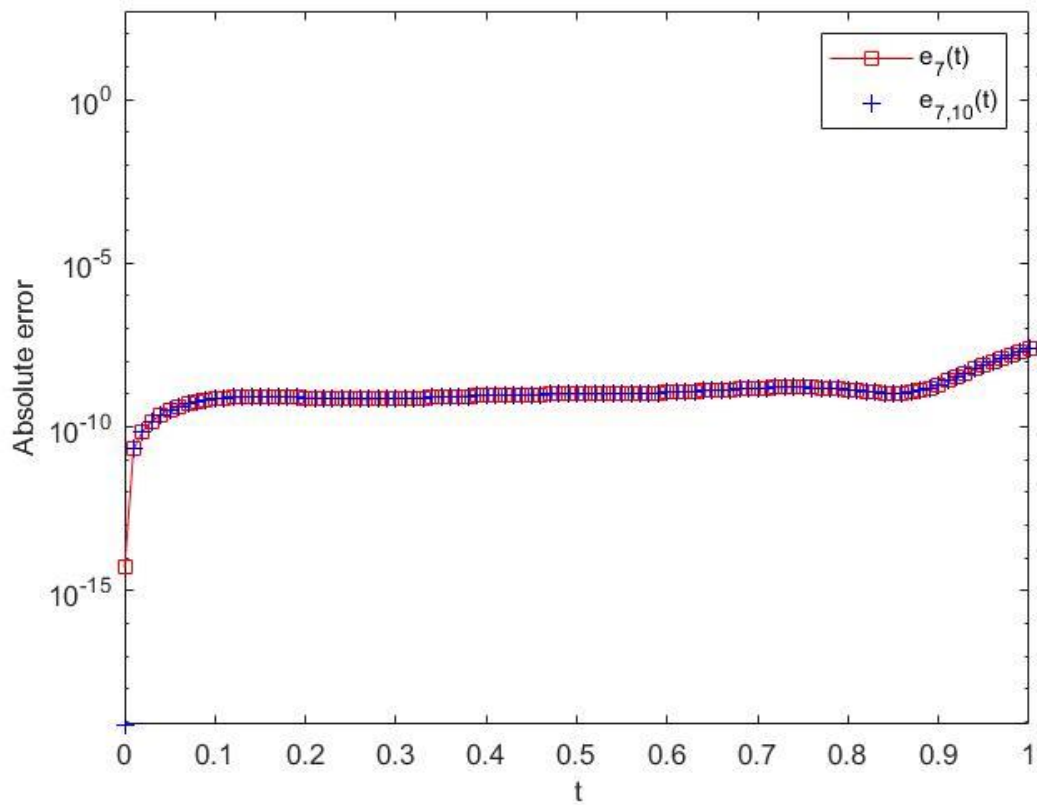


Figure 2. Comparison of the actual errors of the model (26)-(27) for different  $N$  values



**Figure 3.** Comparison of the actual error and the estimated error of the model (26)-(27) for  $(N, M) = (7, 10)$

## 6. CONCLUSION

In science and engineering, the methods that can obtain the approximate solutions are important since it is often difficult to solve the neutral differential equations analytically. In this research, a collocation method based on the Pell-Lucas polynomials is presented to solve the neutral delay differential equations numerically. In addition, the error problem is created with the help of the obtained approximate solution and residual function. The results obtained from the solution of this problem provide a great advantage in measuring the accuracy of the errors in cases where the exact solution of the problem is not known. Moreover, the method is applied on an example and the results are shown in tables and graphs, and the comparisons with other methods are made. According to these results, it is seen that as the value of the values  $N$  increase, the errors decrease and the error estimation method is quite effective. On the other hand, it can be said that the current method gives better results compared to other methods. The application of the method with the help of Matlab is also an indication that the results are reached in a short time and the method is useful.

## REFERENCES

- Bellen, A., & Guglielmi, N. (2009). Solving neutral delay differential equations with state-dependent delays. *J. Comput. Appl. Math.*, 229(2), 350-362.
- Chen, X., & Wang, L. (2010). The variational iteration method for solving a neutral functional differential equation with proportional delays. *Comput. Math. Appl.*, 59(8), 2696-2702.
- Kurt, N., & Sezer, M. (2008). Polynomial solution of high-order linear Fredholm integro-differential equations with constant coefficients. *Journal of the Franklin Institute*, 345(8), 839-850.
- Sezer, M., & Gülsu, M. (2005). Polynomial solution of the most general linear Fredholm integro-differential-difference equation by means of Taylor matrix method. *Int. J. Complex Var.*, 50(5), 36 -382.
- Sezer, M., Yalçınbaş, S., & Gülsu, M. (2008). A Taylor polynomial approach for solving generalized pantograph equations with nonhomogenous term. *Int. J. Comput. Math.*, 85(7), 1055-1063.
- Sezer, M., Yalçınbaş, S., & Şahin, N. (2008). Approximate solution of multi-pantograph equation with variable coefficients. *J. Comput. Appl. Math.*, 214(2), 406-416.
- Wang, G. Q. (2007). Periodic solutions of a neutral differential equation with piecewise constant arguments. *J. Math. Anal. Appl.*, 326(1), 736-747.
- Wang, W., & Li, S. (2007). On the one-leg  $\theta$ -methods for solving nonlinear neutral functional differential equations. *Appl. Math. Comput.*, 193(1), 285-301.
- Wang, W., Zhang, Y., & Li, S. (2009). Stability of continuous Runge-Kutta-type methods for nonlinear neutral delay-differential equations. *Appl. Math. Modell.*, 33(8), 3319-3329.
- Yalçınbaş, S., Sezer, M., & Sorkun, H. H. (2009). Legendre polynomial solutions of high-order linear Fredholm integro-differential equations. *Appl. Math. Comput.*, 210(2), 334-349.
- Yüzbaşı, Ş., Şahin, N., & Sezer, M. (2011). A Bessel polynomial approach for solving linear neutral delay differential equations with variable coefficients. *Journal of Advanced Research in Differential Equations*, 3(1), 81-101.

## BERNSTEIN KOLLOKASYON YÖNTEMİ YARDIMIYLA SİNGÜLER PERTÜRBE OLMUŞ GECİKMELİ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN YAKLAŞIK ÇÖZÜMLERİ

APPROXIMATE SOLUTIONS OF SINGULAR PERTURBATED DELAY DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH THE HELP OF THE BERNSTEIN COLLOCATION METHOD

**Şuayip YÜZBAŞI**

Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü (Sorumlu Yazar)

ORCID NO: 0000-0002-5838-7063

**Gamze YILDIRIM**

Dr. Öğrencisi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı,

ORCID NO: 0000-0002-6020-8618

### ÖZET

Bu çalışmada, singüler pertürbe olmuş gecikmeli diferansiyel denklemlerin nümerik çözümlerini elde etmek için, Bernstein polinomları yardımıyla bir kollokasyon yöntemi çalışılır. Bu amaçla, singüler pertürbe olmuş gecikmeli diferansiyel denklemin yaklaşık çözümü Bernstein polinomlarının N. mertebeden kesilmiş bir seri formunda aranır. Yöntem için ilk olarak, Bernstein polinomlarının ve yaklaşık çözümün matris formları oluşturulur. Bu matris formları yardımıyla, denklemde gerekli olan türev bağıntılarının ve gecikmeli terimin matris formları da oluşturulur. Ardından, çözüm formu, çözüm formunun türevlerinin matris formları ve gecikmeli terimin matris formu orijinal denklemde yerine yazılır. Elde edilen bu denklemde eşit aralıklı kollokasyon noktaları kullanılarak, denklem cebirsel bir denklem sistemine indirgenir. Çözüm formunun matris formu yardımıyla, koşulların matris formu da oluşturulur. Yöntem için, oluşturulan cebirsel sistem ve koşulların matris formu kullanılarak, yeni bir cebirsel sistem oluşturulur. Bu sistemin çözümü bize çözüm formundaki bilinmeyen katsayı matrisini verir. Elde edilen katsayı matrisi çözüm formunda yerine yazılarak Bernstein polinomlarına bağlı olan yaklaşık çözüme ulaşılır. Yönteme ek olarak, hata problemi oluşturulur ve bu hata problemi mevcut yönteme göre çözülür. Bu hata problemi için rezidüel hata fonksiyonu kullanılır. Tahmin edilen hata fonksiyonunun avantajı, denklemin tam çözümü bilinmediği durumlarda çözümlerin doğruluğu ile ilgili bilgi vermesidir. Ayrıca, Matlab'da oluşturulacak kodlar yardımıyla yöntem nümerik örnek için uygulanır. Elde edilen sonuçlar tablo ve grafikler yardımıyla ortaya koyulur ve literatürdeki mevcut yöntemlerle kıyaslamalar yapılır.

**Anahtar Kelimeler:** Bernstein Polinomları, Kollokasyon Yöntemi, Singüler Pertürbe Olmuş Gecikmeli Diferansiyel Denklemler, Yaklaşım Yöntemleri

### ABSTRACT

In this study, a collocation method is studied with the help of the Bernstein polynomials to obtain numerical solutions of the singular perturbed delay differential equations. The approximate solution of the singular perturbed delay differential equation is sought in the form of a series of the truncated Bernstein polynomials with the N-order. For the method, firstly, the matrix forms of the Bernstein polynomials and the approximate solution are created. With the help of these matrix forms, the matrix forms of the derivative relations and the delay term required in the equation are also formed. Then, the solution form, the matrix forms of the derivatives of the solution form, and the matrix form of the delayed term are replaced in the original equation. By utilizing equally spaced collocation points in the obtained equation, the equation is reduced to an algebraic system of equations. With the help of the matrix form of the solution form, the matrix form of the conditions is also created. For the method, a new algebraic system is created by using the created algebraic system and the matrix form of conditions. The solution of this system gives us the matrix of unknown coefficients in the solution form. By writing the obtained coefficient matrix in the solution form, the approximate solution depending on the Bernstein polynomials is reached. In addition to the method, the error problem is created and this error

problem is solved according to the current method. The residual error function is used to construct this error problem. The advantage of the estimated error function is that it provides information about the accuracy of solution when the exact solution of the equation is unknown. In addition, the method is applied for numerical example with the help of codes to be created in Matlab. The obtained results are presented with the help of tables and graphs and the comparisons are made with other methods in the literature.

**Keywords:** Bernstein Polynomials, Collocation Method, Singularly Perturbated Delay Differential Equations, Approximation Methods

## 1. INTRODUCTION

It is of great significance the singularly perturbed delay differential equations, as they symbolize mathematical models in science and engineering. It is often not possible or very difficult to obtain the exact solutions of these equations. For this reason, the numerical methods are needed and due to the interest in these equations, many methods have been studied so far (Chakravarthy, Phaneendra, & Reddy, 2007) (Kadalbajoo & Parora, 2009) (Kadalbajoo & Parora, 2010) (Jiwari & Mittal, 2011) (Yüzbaşı, 2017) (Yüzbaşı, 2015) (Sharma, Jiwari, & Kumar, 2012) (Jiwari, 2015) (Habib & El-Zahar, 2007) (Pandit & Kumar, 2014) (Yüzbaşı & Sezer, 2013) (Jiwari, Pandit, & Mittal, 2012) (Jiwari, Pandit, & Mittal, 2012) (Yüzbaşı & Baykuş Savaşaneril, 2020). In this research, it is aimed to find the approximate solution of the singular perturbed delay differential equation

$$L[y(t)] = \varepsilon y''(t) + s(t) y'(t - \delta) + f(t) y(t) = g(t), \quad 0 \leq t \leq b \quad (1)$$

with the boundary conditions

$$y(0) = \alpha \text{ and } y(b) = \beta. \quad (2)$$

Here,  $y(t)$  is the unknown function,  $s(t)$ ,  $f(t)$  and  $g(t)$  are the known functions,  $\alpha$  and  $\beta$  are the constants,  $\delta$  is a small shifting parameter ( $0 < \delta \leq 1$ ) and  $\varepsilon$  is a small positive parameter ( $0 < \varepsilon \leq 1$ ). The approximate solution of the problem (1) under the conditions (2) is investigated in the form

$$y_N(t) = \sum_{n=0}^N a_n B_{n,N}(t). \quad (3)$$

Here,  $a_n$  is the unknown coefficients and  $B_{n,N}(t)$  represents the Bernstein polynomials defined by

$$B_{n,N}(t) = \sum_{k=0}^N \binom{N}{n} \frac{t^n (b-t)^{N-n}}{b^N}. \quad (4)$$

## 2. THE BASIC MATRIX RELATIONS

In this section firstly, we write the approximate solutions (3) depending on the Bernstein polynomials (3) in the form

$$y_N(t) = \mathbf{B}_N(t) \mathbf{A} \quad (5)$$

Here,  $\mathbf{B}_N(t) = [B_{0,N}(t) B_{1,N}(t) \cdots B_{N,N}(t)]$ ,  $\mathbf{A} = ([a_0 a_1 \cdots a_N])^T$ . Then, we can express the Bernstein polynomials in matrix form

$$\mathbf{B}_N(t) = \mathbf{X}(t) \mathbf{D}^T \quad (6)$$

where  $\mathbf{X}(t) = [1 \ t \ \cdots \ t^N]$  and

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1N} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{N1} & d_{N2} & \cdots & d_{NN} \end{bmatrix}, d_{ij} = \begin{cases} \frac{(-1)^{j-i}}{R^j} \binom{N}{i} \binom{N-i}{j-i}, & i \leq j \\ 0, & i > j. \end{cases}$$

By putting the equation (6) into the expression (5), we have

$$y_N(t) = \mathbf{X}(t) \mathbf{D}^T \mathbf{A}. \quad (7)$$

Now, we take the derivative of the Equation (7) and thus we obtain

$$y'_N(t) = \mathbf{X}(t) \mathbf{B}^T \mathbf{D}^T \mathbf{A} \quad (8)$$

where

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & N & 0 \end{bmatrix}.$$

Similarly, the second derivative of the expression (7) is found as

$$y''_N(t) = \mathbf{X}(t) (\mathbf{B}^T)^2 \mathbf{D}^T \mathbf{A}. \quad (9)$$

To obtain the matrix relation of delayed expression, we write  $t \rightarrow t - \delta$  in the expression (8) and get the matrix form

$$y'_N(t - \delta) = \mathbf{X}(t) \mathbf{C}_\delta \mathbf{B}^T \mathbf{D}^T \mathbf{A} \quad (10)$$

where

$$\mathbf{C}_\delta = \begin{bmatrix} \binom{0}{0}_{(-\delta)^0} & \binom{1}{0}_{(-\delta)^1} & \cdots & \binom{N}{0}_{(-\delta)^N} \\ 0 & \binom{1}{1}_{(-\delta)^0} & \cdots & \binom{N}{1}_{(-\delta)^{N-1}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \binom{N}{N}_{(-\delta)^0} \end{bmatrix}.$$

Finally, we write  $t \rightarrow 0$  and  $t \rightarrow b$  in the Equation (7) and so we obtain the matrix forms of the conditions (2) as

$$y_N(0) = \mathbf{X}(0) \mathbf{D}^T \mathbf{A} \quad \text{and} \quad y_N(b) = \mathbf{X}(b) \mathbf{D}^T \mathbf{A} \quad (11)$$

or

$$\mathbf{U}_0 \mathbf{A} = \alpha, \mathbf{U}_1 \mathbf{A} = \beta \quad \text{or} \quad [\mathbf{U}_0; \alpha], [\mathbf{U}_1; \beta] \quad (12)$$

where

$$\mathbf{U}_0 = \mathbf{X}(0) \mathbf{D}^T \quad \text{and} \quad \mathbf{U}_1 = \mathbf{X}(b) \mathbf{D}^T.$$

### 3. THE BERNSTEIN COLLOCATION METHOD

In this section firstly, we put the matrix relations (7), (9) and (10) into the equation (1) and thus we have

$$\varepsilon \mathbf{X}(t) (\mathbf{B}^T)^2 \mathbf{D}^T \mathbf{A} + s(t) \mathbf{X}(t) \mathbf{C}_\delta \mathbf{B}^T \mathbf{D}^T \mathbf{A} + f(t) \mathbf{X}(t) \mathbf{D}^T \mathbf{A} = g(t). \quad (13)$$

Now, let us use the collocation points defined by

$$t_i = \frac{b}{N} i, \quad i = 0, 1, \dots, N \quad (14)$$

in Eq.(13) and thus we have the system

$$\varepsilon \mathbf{X}(t_i) (\mathbf{B}^T)^2 \mathbf{D}^T \mathbf{A} + s(t_i) \mathbf{X}(t_i) \mathbf{C}_\delta \mathbf{B}^T \mathbf{D}^T \mathbf{A} + f(t_i) \mathbf{X}(t_i) \mathbf{D}^T \mathbf{A} = g(t_i). \quad (15)$$

The system (15) can be briefly expressed as

$$\{\varepsilon \mathbf{X} (\mathbf{B}^T)^2 \mathbf{D}^T + \mathbf{S} \mathbf{X} \mathbf{C}_\delta \mathbf{B}^T \mathbf{D}^T + \mathbf{F} \mathbf{X} \mathbf{D}^T\} \mathbf{A} = \mathbf{G} \quad (16)$$

where for  $i=0, 1, \dots, N$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}(t_0) \\ \mathbf{X}(t_1) \\ \vdots \\ \mathbf{X}(t_N) \end{bmatrix}, \mathbf{G} = \begin{bmatrix} g(t_0) \\ g(t_1) \\ \vdots \\ g(t_N) \end{bmatrix}, \varepsilon = \text{diag}(\varepsilon), \mathbf{S} = \text{diag}(s(t_i)), \mathbf{F} = \text{diag}(f(t_i)).$$

For convenience, the system (16) can be shown as

$$\mathbf{W} \mathbf{A} = \mathbf{G} \quad \text{or} \quad [\mathbf{W}; \mathbf{G}] \quad (17)$$

where

$$\mathbf{W} = \varepsilon \mathbf{X} (\mathbf{B}^T)^2 \mathbf{D}^T + \mathbf{S} \mathbf{X} \mathbf{C}_\delta \mathbf{B}^T \mathbf{D}^T + \mathbf{F} \mathbf{X} \mathbf{D}^T.$$

Now, we write the matrix relation (12) instead of the any two line of the system (17) and so we gain

$$\tilde{\mathbf{W}}\mathbf{A} = \tilde{\mathbf{G}} \quad (18)$$

or

$$[\tilde{\mathbf{W}}; \tilde{\mathbf{G}}] = \begin{bmatrix} w_{00} & w_{01} & w_{02} & \cdots & w_{0N} & ; & g(t_0) \\ w_{10} & w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N} & ; & g(t_1) \\ w_{20} & w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N} & ; & g(t_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_{(N-1)0} & w_{(N-1)1} & w_{(N-1)2} & \cdots & w_{(N-1)N} & ; & g(t_{N-1}) \\ u_0 & u_1 & u_2 & \cdots & u_N & ; & \gamma \end{bmatrix}. \quad (19)$$

which is a linear algebraic system with  $(N+1)$  unknowns  $(a_0, a_1, \dots, a_N)$ . As a result, solving this system, the coefficients matrix is obtained  $\mathbf{A} = \text{inv}(\tilde{\mathbf{W}}) \tilde{\mathbf{G}}$ . By writing the obtained coefficient matrix in the solution form (7), the approximate solution based on Bernstein polynomials is reached.

#### 4. RESIDUAL ERROR ESTIMATION

Firstly, the residual function is defined by

$$R_N(t) = L[y_N(t)] - g(t). \quad (20)$$

Also, the obtained approximate solution satisfies the problem (1)-(2). Thus we get

$$\begin{cases} \varepsilon y_N''(t) + s(t) y_N'(t - \delta) + f(t) y_N(t) = R_N(t) + g(t) \\ y_N(0) = \alpha \text{ and } y_N(b) = \beta \end{cases} \quad (21)$$

On the other hand, if the (21) is subtracted from the (1)-(2), it is gained as follows

$$\begin{cases} \varepsilon e_N''(t) + s(t) e_N'(t - \delta) + f(t) e_N(t) = -R_N(t) \\ e_N(0) = 0 \text{ and } e_N(b) = 0 \end{cases} \quad (22)$$

where  $y(t)$  is the exact solution,  $y_N(t)$  is the approximate solution and  $e_N(t)$  is the error function defined by

$$e_N(t) = y(t) - y_N(t). \quad (23)$$

Thus, the method in Section 3 is applied to the error problem (22) and so the approach of the error function is obtained as

$$e_{N,M}(t) = \sum_{n=0}^M a_n^* B_{n,M}(t). \quad (24)$$

#### 5. NUMERICAL EXAMPLE

**Example 1:** Firstly, we consider the variable coefficient singularly perturbed delay differential equation

$$\varepsilon y''(t) - e^t y'(t - \delta) - t y(t) = 0 \quad (25)$$



with the conditions

$$y(0) = 1, \quad y(1) = 1. \quad (26)$$

Now, let's examine the approximate solution of the problem (25)-(26) for  $N=3$ ,  $\varepsilon = 0.1$  and  $\delta = 0.01$  as

$$y_N(t) = \sum_{n=0}^3 a_n B_{n,N}(t) \quad (27)$$

where  $S(t) = -e^t$ ,  $f(t) = -t$  and  $g(t) = 0$ . Hence, we create the fundamental matrix equation

$$\{\varepsilon \mathbf{X} (\mathbf{B}^T)^2 \mathbf{D}^T + \mathbf{S} \mathbf{X} \mathbf{C}_\delta \mathbf{B}^T \mathbf{D}^T + \mathbf{F} \mathbf{X} \mathbf{D}^T\} \mathbf{A} = \mathbf{G}. \quad (28)$$

Hence, we get the augmented matrix as

$$[\mathbf{W}; \mathbf{G}] = \begin{bmatrix} 4110/1123 & -3728/863 & 1342/2033 & -19/81176 & ; & 0 \\ 2167/977 & -651/782 & -868/591 & -265/1059 & ; & 0 \\ 1067/1235 & 4103/2282 & -3732/3691 & -1321/570 & ; & 0 \\ 34/41693 & 982/1291 & 2175/328 & -2031/242 & ; & 0 \end{bmatrix}. \quad (29)$$

Also by using the conditions, we obtain the new augmented matrix in the form

$$[\tilde{\mathbf{W}}; \tilde{\mathbf{G}}] = \begin{bmatrix} 4110/1123 & -3728/863 & 1342/2033 & -19/81176 & ; & 0 \\ 2167/977 & -651/782 & -868/591 & -265/1059 & ; & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & ; & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & ; & 1 \end{bmatrix}. \quad (30)$$

By solving this system, we get

$$\mathbf{A} = [1 \quad 697/720 \quad 409/517 \quad 1]^T. \quad (31)$$

As a result, by substituting this coefficient matrix  $\mathbf{A}$  in the solution form (27), we approach the approximate solution

$$y_3(t) = 0.530857793445 t^3 - 0.435023991321 t^2 - 0.0958338021238 t + 1. \quad (32)$$

Then, according to the method in Section 4, we can write

$$\begin{cases} \varepsilon y_3''(t) - e^t y_3'(t - \delta) - t y_3(t) = R_N(t) \\ y_3(0) = 1 \text{ and } y_3(1) = 1 \end{cases} \quad (33)$$

From here we subtract the (33) from the (25)-(26) and we gain

$$\begin{cases} \varepsilon e_3''(t) - e^t e_3'(t - \delta) - t e_3(t) = -R_N(t) \\ y_3(0) = 0 \text{ and } y_3(1) = 0 \end{cases} \quad (34)$$

Thus, we apply the method in Section 3 to the error problem (34) for  $M=5$  and thus we obtain the estimated error function

$$e_{3,5}(t) = \sum_{n=0}^5 a_n^* B_{n,M}(t) \quad (35)$$

where the coefficient matrix is computed as

$$\mathbf{A} = [0 \quad 31/20975 \quad 58/9145 \quad 57/1637 \quad -557/3262 \quad 0]^T \quad (36)$$

and so we obtain the estimated error function

$$e_{3,5}(t) = 1.14593590593 t^5 - 1.38945809791 t^4 + 0.202268800988 t^3 + 0.0338636423684 t^2 + 0.0073897486308 t. \quad (37)$$

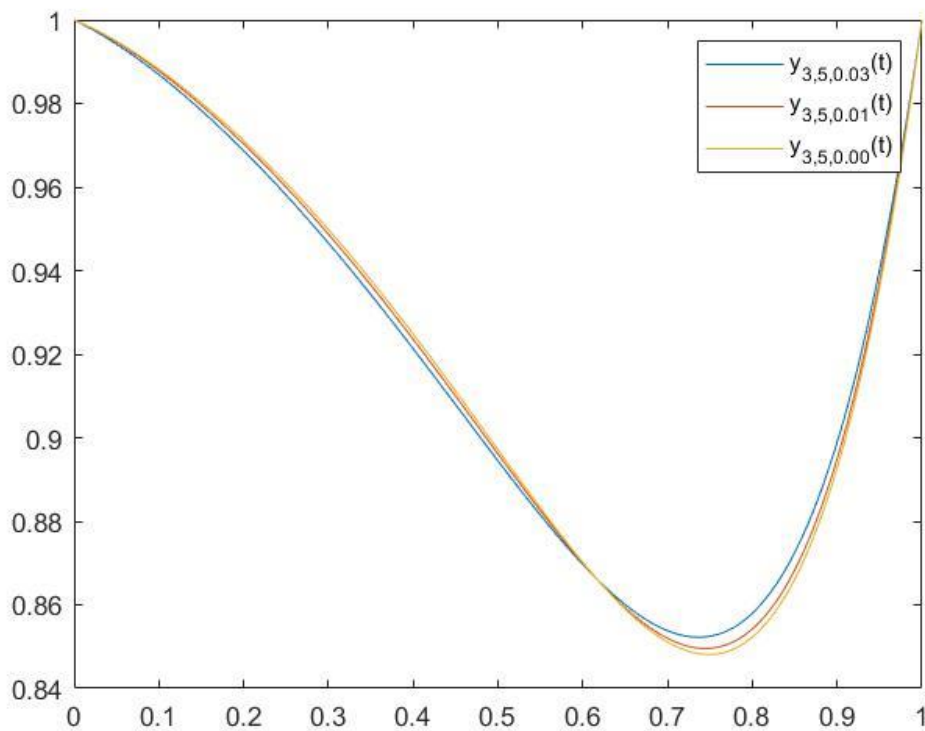
Table 1 shows that the estimated errors of model (25)-(26) for  $\varepsilon = 0.1$ ,  $\delta = 0.01$  and the different values of  $N$  and  $M$ . Also, Figure 3 shows the estimated errors of model (25)-(26) for  $\varepsilon = 0.1$  and  $\delta = 0.01$  and the different values of  $N$  and  $M$ . From here, it can be seen that the estimated errors decrease as the values  $N$  and  $M$  increase. On the other hand, Table 2 shows that the maximum errors of model (25)-(26) for  $(N,M)=(3,5)$ ,  $(N,M)=(13,14)$  and for  $\varepsilon = 0.1$ ,  $\delta = 0.01$ ,  $\delta = 0.03$  according to the present method. Also, Table 2 shows that the maximum errors of the NIM method (Reddy, Soujanya, & Phaneendra, 2012). Accordingly, the present method for smaller values of  $N$  gives similar results with the NIM method. As for Figures 1-2, they show the approximate solutions of model (25)-(26) for  $(N,M)=(3,5)$ ,  $\varepsilon = 0.1$  and  $\delta = 0.00, 0.01, 0.03$  and the approximate solutions of model (25)-(26) for  $(N,M)=(13,14)$ ,  $\varepsilon = 0.01$  and  $\delta = 0.000, 0.001, 0.003$ .

**Table 1.** The estimated errors of model (25)-(26) for the different values  $N$  and  $M$

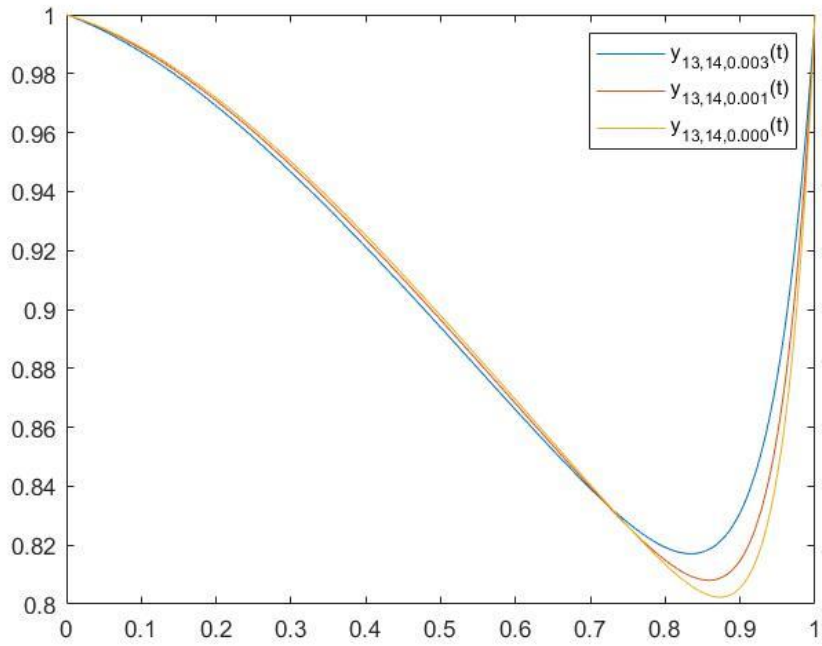
| The Estimated Errors for $\varepsilon = 0.1$ , $\delta = 0.01$ |                |                 |                  |                  |
|--|----------------|-----------------|------------------|------------------|
| $t_s$  | $e_{3,5}(t_s)$ | $e_{8,10}(t_s)$ | $e_{13,14}(t_s)$ | $e_{16,18}(t_s)$ |
| 0  | 0              | 0               | 0                | 0                |
| 0.2  | 2.5942e-003    | 3.8175e-005     | 7.0063e-006      | 5.2544e-007      |
| 0.4  | 2.5165e-003    | 5.2493e-005     | 6.0927e-006      | 6.4321e-007      |
| 0.6  | 3.0651e-002    | 2.1943e-004     | 1.7490e-006      | 2.9102e-006      |
| 0.8  | 6.2476e-002    | 4.8881e-003     | 2.0758e-004      | 6.6697e-005      |
| 1  | 7.2001e-012    | 1.7944e-010     | 6.6444e-009      | 8.0606e-008      |

**Table 2.** Comparing the maximum errors of the method with the method NIM for model (25)-(26) and  $\varepsilon = 0.1$

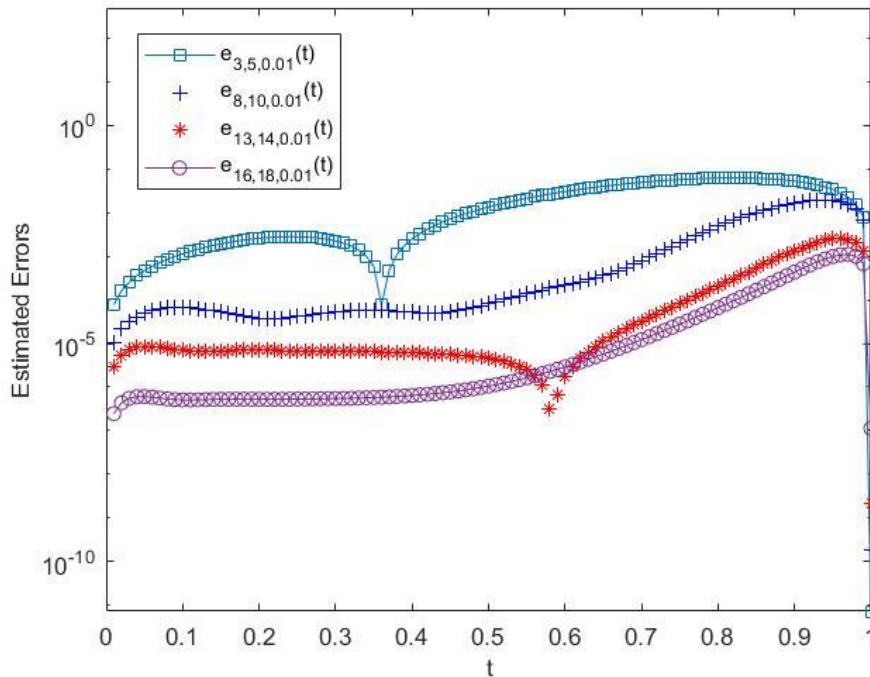
| $\delta$ | $(N, M) = (3, 5)$<br>for <i>PM</i> | $N = 10^2$<br>for <i>NIM</i> (Reddy,<br>Soujanya, &<br>Phaneendra, 2012) | $(N, M) = (13, 14)$<br>for <i>PM</i> | $N = 10^4$<br>for <i>NIM</i> (Reddy, Soujanya,<br>& Phaneendra, 2012) |
|----------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| 0.01     | 2.8239e-03                         | 5.7598e-03   | 8.4237e-06                           | 5.02478e-005  |
| 0.03     | 1.8385e-03                         | 3.9328e-03   | 2.1583e-06                           | 3.58384e-005  |



**Figure 1.** The approximate solutions of model (25)-(26) for  $(N, M) = (3, 5)$ ,  $\varepsilon = 0.1$  and  $\delta = 0.00, 0.01, 0.03$



**Figure 2.** The approximate solutions of model (25) - (26) for  $(N,M)=(13,14)$ ,  $\varepsilon = 0.01$  and  $\delta = 0.000,0.001,0.003$



**Figure 3.** The estimated errors of model (25) - (26) for various value  $N$  and  $M$  and  $\varepsilon = 0.1$  and  $\delta = 0.01$

## 6. CONCLUSION

The singular perturbed delay differential equations are generally equations that do not have exact solutions. For this reason, the numerical methods have been always important for this type of equations. In this study, a collocation method based on the Bernstein polynomials for singular perturbed delay differential equations is studied. In addition to the method, the error function is generated by using the residual function to test the accuracy of the applied method. Then, the estimated error function is obtained by applying the Bernstein collocation method described in the study to this error problem. On the other hand, the method is applied on an example. Since this example does not have an exact solution, the results obtained from the method are tested with the help of the estimated error function. In addition, the results obtained according to different states of the values  $\varepsilon$  and  $\delta$  in the equation are shown in tables and graphs. Moreover, a comparison is made with another method applied to the discussed example in the literature and the similar results are obtained with the present method with smaller operational steps.

## REFERENCES

- Chakravarthy, P. P., Phaneendra, K., & Reddy, Y. N. (2007). A seventh order numerical method for singular perturbation problems. *Appl. Math. Comp.*, 186(1), 860-871.
- Habib, H. M., & El-Zahar, E. R. (2007). An algorithm for solving singular perturbation problems with mechanization. *App.Math.Comp.*, 188(1), 286-302.
- Jiwari, R. (2015). A hybrid numerical scheme for the numerical solution of the Burgers' equation. *Comput. Phys.Commun.*, 188, 59-67.
- Jiwari, R., & Mittal, R. C. (2011). A HIGHER ORDER NUMERICAL SCHEME FOR SINGULARLY PERTURBED BURGER-HUXLEY EQUATION. *J. Appl. Math. & Infor.*, 29(3-4), 813-829.
- Jiwari, R., Pandit, S., & Mittal, R. C. (2012). A differential quadrature algorithm to solve the two dimensional linear hyperbolic telegraph equation with Dirichlet and Neumann boundary conditions. *App. Math. Comput.*, 218(13), 7279-7294.
- Jiwari, R., Pandit, S., & Mittal, R. C. (2012). Numerical simulation of two-dimensional sine-Gordon solitons by differential quadrature method. *Comput. Phys. Commun.*, 183(3), 600-616.
- Kadalbajoo, M. K., & Parora, P. (2009). B-spline collocation method for the singular-perturbation problem using artificial viscosity. *Comp. Math. Appl.*, 57, 650-663.
- Kadalbajoo, M. K., & Parora, P. (2010). B-splines with artificial viscosity for solving singularly perturbed boundary value problems. *Comp. Math. Appl.*, 52(5-6), 654-666.
- Pandit, S., & Kumar, M. (2014). Haar Wavelet Approach for Numerical Solution of Two Parameters Singularly Perturbed Boundary Value Problems. *App. Math. Infor.Sci.*, 8(6), 2965-2974.
- Reddy, Y. N., Soujanya, G., & Phaneendra, K. (2012). Numerical Integration Method for Singularly Perturbed Delay Differential Equations. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 10(3), 249-261.
- Sharma, D., Jiwari, R., & Kumar, S. (2012). Numerical Solution of Two Point Boundary Value Problems Using Galerkin-Finite Element Method. *Int J of Nonlin. Sci.*, 13(2), 204-210.
- Yüzbaşı, S., & Sezer, M. (2013). Exponential Collocation Method for Solutions of Singularly Perturbed Delay Differential Equations. *Abst. Appl. Anal.*, 2013, 493204.
- Yüzbaşı, Ş. (2015). A collocation method based on the Bessel functions of the first kind for singular perturbed differential equations and residual correction. *Math. Meth. Appl. Sci.*, 38(14), 3033-3042.
- Yüzbaşı, Ş. (2017). A Laguerre Approach for the Solutions of Singular Perturbed Differential Equations. *Int. J. Comput.Meth.*, 14(4), 1750034-1.
- Yüzbaşı, Ş., & Baykuş Savaşaneril, N. (2020). HERMITE POLYNOMIAL APPROACH FOR SOLVING SINGULAR PERTURBED DELAY DIFFERENTIAL EQUATIONS. *Journal of Science and Arts*, 53(4), 845-854.

## STATISTICAL CAPACITY BUILDING AMONG STUDENTS AND USERS OF STATISTICS THROUGH DATA ETHICS AND DATA SCIENCE TECHNIQUES IN NORTH CENTRAL NIGERIA

**Monday Osagie Adenomon, PhD, CStat, FRSS, FASI**

1. Department of Statistics, Nasarawa State University, Keffi, Nigeria & NSUK-LISA Stat Lab, Nasarawa State University, Keffi, Nigeria
2. Chair, International Association of Statistical Computing (IASC) African Members Group
3. Foundation of Laboratory for Econometrics and Applied Statistics of Nigeria (FOUND-LEAS-IN-NIGERIA)

### ABSTRACT

Data ethics can be defined as an aspect of ethics that studies and evaluates moral problems related to data generation, recording and sharing. But authenticity, reliability and genuineness of data collection in survey by some students and so called researchers are become questionable because malpractices in data collection (such as doctored data, cooked data etc). These practices are common with students (undergraduate, postgraduate and researchers) and as such, it can mislead government, other researchers, funders and users of statistical data in Nigeria. This paper proffers possible solutions to these problems using the North Central Nigeria as a case study. To curb these menace, data ethics can be taught through specialized lectures, subsidized conferences and workshop, campaign against unethical data collection practices by Foundation of Laboratory for Econometrics and Applied Statistics of Nigeria (aka FOUND-LEAS-IN-NIGERIA) and Laboratory for Interdisciplinary Statistical Analysis (LISA 2020 Network). With these possible solutions, credibility of data collection, curing, dissemination, analysis and sharing will regained its actual status in North Central Nigeria.

**Keywords:** Statistical Capacity, Data Ethics, Data Science.

### 1. Introduction


Data ethics can be defined as an aspect of ethics that studies and evaluates moral problems related to data generation, recording and sharing (Floridi & Taddeo, 2018). But authenticity, reliability and genuineness of data collection in survey by some students and so called researchers are become questionable because malpractices in data collection (such as doctored data, cooked data etc.). These practices may be seen with some students (undergraduate, postgraduate and researchers) and as such, it can mislead government, other researchers, funders and users of statistical data in Nigeria.

Data ethics is very useful because of the growing rate of data science. *Data science* is a discipline that provides principles, methodology, and guidelines for the analysis of data for tools, values, or insights (Yan and Davis, 2019). To enhance reliable data in Nigeria, there is urgent need for data ethical rules and code to guide data generation and uses among students, researchers.

The aim of this paper is to proffers possible solutions to the problems of unethical practices of data generation and collection through statistical advocacy by Foundation of Laboratory for Econometrics and Applied Statistics of Nigeria (aka FOUND-LEAS-IN-NIGERIA) and Laboratory for Interdisciplinary Statistical Analysis (LISA 2020 Network) using the North Central Nigeria as a case study.


## 2.0 Laboratory for Interdisciplinary Statistical Analysis (LISA) 2020 Networks






Prof Eric Vance created the LISA 2020 Networks with the vision to create 20 stat lab in developing countries by the end of year 2020, to assist in statistical capacity building in the developing countries (Vance & Smith, 2019; <https://sites.google.com/colorado.edu/lisa2020/about-lisa-2020?authuser=0>). The LISA 2020 Program trains statisticians from developing countries to become collaborative statisticians and supports them in the creation of statistical collaboration laboratories — “stat labs” — at their home institutions. These stat labs train the next generation of collaborative statisticians to apply statistics to solve real-world problems; provide research infrastructure to help researchers, government officials, and local industries and NGOs apply statistical thinking to solve problems and make better decisions; and teach short courses and workshops to improve statistics capacity and literacy. As mentioned earlier, the programs goal was to create a network of 20 such stat labs in developing countries by 2020. Some examples of the stat lab are University of Ibadan (UI-LISA); Federal University of Agriculture Markudi (FUAM-LISA), Gombe State University (GSU-LISA) and Nasarawa State University, Keffi (NSUK-LISA) etc. NSUK-LISA, Nigeria was created 31<sup>st</sup> January 2018 as the 9<sup>th</sup> member of the LISA 2020 Network which was created and coordinated by Dr. M. O. Adenomon. In the NSUK-LISA stat lab we train students and users of statistics; Teach short courses and organized workshop and symposium (see Fig 1 below).



**NASARAWA STATE UNIVERSITY, KEFFI**

NSUK-LISA, Nigeria was created 31<sup>st</sup> January 2018 as the 9<sup>th</sup> member of the LISA 2020 Network. Coordinated by Dr. M. O. Adenomon.



Statistical Consulting and Collaborative Practices in North Central Nigeria

- Students learn the Theory and Empirical Analysis using Mentorship and Statistical computing (MINITAB, R, STATA etc.)
- We teach short courses e.g. Statistics in Physical Sciences with R and Statistical Methods with MINITAB
- We rapidly improve skills with practical experience (practice on own laptop)

| Impacts: Total students Trained, Collaboration, Publications and Awards |                        |  |  |                        |
|---|------------------------|--|--|------------------------|
| Collaboration   |                        | Papers published in Web of Science and Scopus Journals | Awards   | Total students trained |
| Within the University   | Outside the University |  |  |                        |
| 10  | 3                      | 3  | 2 Grants for Capacity Building<br>1 Best paper presentation on Award | 140                    |

**TEAM Frame**

- Teach
- Explanation with Real life
- Attitudinal Influence
- Mentorship

Fig 1: Overview of NSUK-LISA stat lab

## 3. Foundation of Laboratory for Econometrics & Applied Statistics of Nigeria

Foundation of Laboratory for Econometrics & Applied Statistics of Nigeria (aka Found-LEAS-in-Nigeria) was created and registered by Coporate Affair Commission, Abuja, Nigeria on 20<sup>th</sup> December 2018 with registration number: CAC/IT/No. 122556 (<https://www.facebook.com/roups/566434690484084/>).

Our NGO called FOUND-LEAS-IN-NIGERIA do the following activities

- i. To support women and girls studying mathematics, statistics, physics, chemistry and other courses in mathematical sciences through scholarship
- ii. To support indigent students studying mathematics and data science in Nigeria through scholarship
- iii. To support drive for capacity building in statistics in Nigeria
- iv. To engaged in awareness campaign on the need for statistics and data sciences among secondary school students in Nigeria
- v. To organised subsidized workshop and conferences that bring together statistical and data scientist with stakeholders in Big data analytics in Nigeria
- vi. To support pregnant women and girl children in disadvantaged localities in Nigeria.
- vii. To support activities that enhanced the use of recent statistical computing techniques in mathematical and data sciences in Nigeria.
- viii. Organised mentor classes to help impact women and indigent students to achieve their dreams in physical sciences.

#### 4 Possible Solution to malpractices in data collection in North Central Nigeria

The possible solutions are through:

##### I. LISA Statistical Symposium

LISA 2020 networks hold annual symposium for members and users of statistics each year. In such symposium data ethics and danger of cooked data are taught to participants including the use of statistical software (such as R) in real data analysis. We hope that through such symposium, statistical advocacy would be enhanced in North central Nigeria (see Fig 2a and Fig 2b).



Fig 2a: Picture from the Northern Regional LISA symposium 2020





**Fig 2b: Cross section of participants at the Northern Regional LISA symposium 2020**

## II. Statistical Training

Apart of data ethics through statistical education and advocacy, statistical training is carried to teach students and users of statistics on the proper techniques in data analysis using R, STATA, Eviews etc. This training are supported by LISA, FOUND-LEAS-IN-NIGERIA, International Statistical Institute (ISI) and International Association of Statistical Computing (IASC) (see Fig 3a and Fig 3b below)



**Fig 3a: Cross section of undergraduate participants on Data analysis with R**





**Fig 4b: Cross section of participants at statistical Education Programme**

## 5. Conclusion and Recommendation

This paper proffers possible solutions to these problems using the North Central Nigeria as a case study. To curb these menace, data ethics can be taught through specialized lectures, subsidized conferences and workshop, campaign against unethical data collection practices by Foundation of Laboratory for Econometrics and Applied Statistics of Nigeria (aka FOUND-LEAS-IN-NIGERIA) and Laboratory for Interdisciplinary Statistical Analysis (LISA 2020 Network). With these possible solutions, credibility of data collection, curing, dissemination, analysis and sharing will regained its actual status in North Central Nigeria.

## References

- Floridi L, Taddeo M. (2016): What is data ethics? *Phil. Trans. R. Soc. A* **374**: 20160360.  
<http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2016.0360>
- Vance, E. A. & Smith, H. S. (2019): The ASCCR Frame for Learning Essential Collaboration Skills, *Journal of Statistics Education*, DOI: 10.1080/10691898.2019.1687370
- Yan, D. and Davis, G. E. (2019): A First Course in Data Science. *Journal of Statistics Education*, 27(2): 99–109

## THE LONG RUN EFFECTS OF SOME MACROECONOMIC VARIABLES ON GDP OF FINANCIAL INSTITUTIONS IN NIGERIA USING AUTOREGRESSIVE DISTRIBUTED LAG AND FULLY MODIFIED ORDINARY LEAST SQUARES

Monday Osagie ADENOMON, PhD. CStat. FRSS. FASI

1. Department of Statistics, Nasarawa State University, Keffi, Nigeria & NSUK-LISA Stat Lab, Nasarawa State University, Keffi, Nigeria
2. Chair, International Association of Statistical Computing (IASC) African Members Group
3. Foundation of Laboratory for Econometrics and Applied Statistics of Nigeria

### ABSTRACT

In econometrics literature, the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) and Fully Modified Ordinary Least Squares (FMOLS) models are often applied in many economic analyses because of their rich methods and robustness when macroeconomic variables are cointegrated. This study applied the ARDL and FMOLS models to examine the long run effects of some macroeconomic variables on Gross Domestic Products (GDP) of financial institutions in Nigeria. To achieve this, annual data covering 1981 to 2015 for loans and advances, savings, lending rates and GDP of Financial Institutions were collected from CBN bulletin. The ADF test revealed that the variables are  $I(1)$  except for lending rate which was of  $I(0)$  order. The long run coefficients of ARDL(1,1,1,2) and FMOLS models revealed that loans and advances, and lending rates and savings were positively related to GDP in Nigeria but only savings was not significant in the model. FMOLS model possessed minimum standard errors; hence FMOLS model is more robust compared to ARDL model. The estimated models are free from serial correlation, multicollinearity, heteroscedasticity while the models are stable and the residuals of the models are normally distributed. The study recommends that savings and savings culture should be encouraged in Nigeria since economic theory states that savings and investment are related in any economic development.

**Keywords:** Gross Domestic Product (GDP), Lending Rates, Savings, Loans and Advances, ARDL, FMOLS, Cointegration

### 1. Introduction

In econometrics literature, the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) (Pesaran, et al. 2001) and Fully Modified Ordinary Least Squares (FMOLS) models (Phillips & Loretan, 1991) are often applied in many economic analyses because of their rich methods and robustness when macroeconomic variables are cointegrated.

Financial system plays several roles to boost efficiency of intermediation through reduction of information, transaction and monitoring costs. It also enhance investment by identifying and funding good business opportunities, mobilizes savings, encourage trading, hedging and diversification of risk as well as facilitating exchange of goods and services (Adekunle, Salami and Adedipe (2013). However, not all savings are used to finance investments despite high demand for credit because of the limited accessibility to credits in Nigeria (Azege, 2007).

Adenomon, et al. (2018) obtain the ARDL(1,1,1,2) model which revealed that loans and advances, and lending rates are significantly positively related to GDP in Nigeria but savings was not significant in the model. Also, Abubakar and Gani (2013) investigated the long run relationship between financial

development indicators and economic growth in Nigeria using data for the period of 1970 to 2010. The study employed Johansen and Juselius (1990) approach to co integration and Vector Error Correction Modelling (VECM). It was discovered that long-run, liquid liabilities of commercial banks and trade openness exert significant positive influence on economic growth, conversely, credit to the private sector, interest rate spread and government expenditure exert significant negative influence.

This study applied the ARDL and FMOLS models to examine the Long run contributions of commercial Banks to GDP growth in Nigeria.

## 2. Model Specification

### Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Model

The ARDL model specification of the functional relationship between the GDP for Financial Institutions and Lending Rates, Loans and Advances and Weighted Average Savings is given below

$$\Delta LNGDPF = \alpha_0 + \beta_1 LNGDPF_{t-1} + \beta_2 LNLA_{t-1} + \beta_3 LNSAV_{t-1} + \beta_4 LNINT_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_{1i} \Delta LNGDPF_{t-i} + \sum_{i=0}^q \delta_{2i} \Delta LNLA_{t-i} + \sum_{i=0}^r \delta_{3i} \Delta LNSAV_{t-i} + \sum_{i=0}^s \delta_{4i} \Delta LNINT_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2.1)$$

Where: LNGDDF- Natural Logarithm transform of GDP of Financial Institutions, LNINT- Natural Logarithm transform of Lending Rates, LNLA- Natural Logarithm transform of Loans and Advances, LNSAV-Weighted Average Savings, p, q, r, s= Lag lengths for the ARDL model,  $\Delta$  = First differencing operator;  $\varepsilon$  = white noise disturbance error term,  $\alpha_0$  = constant in the model,  $\beta_1 \dots \beta_k$  are the long run coefficients,  $\delta_1 \dots \delta_k$  are the short run coefficients.

The bound test approach for the long-run relationship between the macro variables is based on the Wald test (F statistic), by imposing restrictions on the long-run estimated coefficients of one period lagged level of the dependent variable and the independent variables to be equal to zero, that is,  $H_0 : \beta_1 = \dots \beta_k = 0$ . Then the calculated F statistic is compared to the tabulated critical value in Pesaran et al. (2001). The explanatory variables are assumed to be integrated of order zero, or I(0) for values of the lower bound, while the upper bound values assumed that they are integrated of order one, or I(1). Therefore, the decision rule is that if computed F-statistic falls below the lower bound value, I(0), the null hypothesis (no co-integration) cannot be rejected. While if the computed F-statistic exceeds the upper bound value, I(1) then it can be concluded the variables are co-integrated.

The long-run and short run parameters of equation (2.1) can then be estimated once a cointegration relationship had been established. The co-integration long run relationship was estimated using the following specification:

$$LNGDPF = \alpha_0 + \beta_1 LNGDPF_{t-1} + \beta_2 LNLA_{t-1} + \beta_3 LNSAV_{t-1} + \beta_4 LNINT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

However, to restore equilibrium immediately may not be possible because of the speed of adjustment. This could be caused by the lags and adjustment process used to capture changes in any of the factors affecting GDP overtime. Hence, the error correction model was used to capture the speed of adjustment of GDP model. The model is expressed below thus:

$$\Delta \text{LN}GDPF = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \delta_{1i} \Delta \text{LN}GDPF_{t-i} + \sum_{i=0}^q \delta_{2i} \Delta \text{LN}LA_{t-i} + \sum_{i=0}^r \delta_{3i} \Delta \text{LN}SAV_{t-i} + \sum_{i=0}^s \delta_{4i} \Delta \text{LN}INT_{t-i} + \delta_5 \text{ect}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

Where:  $\text{ect}_{t-1}$  = the error correction term lagged for one period;  $\delta_5$  = the coefficient for measuring speed of adjustment in equation (2.3).

### Fully Modified OLS

The FMOLS is an optimal single-equation method based on the use of OLS with semiparametric correction for serial correlation and endogeneity (Phillips & Loretan, 1991).

Suppose  $y_t$  be an  $n$ -vector  $I(1)$  process and  $u_t$  be an  $n$ -vector stationary time series. The partition of these vectors can be seen as

$$y_t = \begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \end{bmatrix}_m^1, \quad u_t = \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix}_m^1, \quad n = m + 1 \quad (2.4)$$

Assuming that the generating mechanism for  $y_t$  is the cointegrated system given as

$$y_{1t} = \beta' y_{2t} + u_{1t} \quad (2.5)$$

$$\Delta y_{2t} = u_{2t} \quad (2.6)$$

The basic idea in this procedure is to modified the OLS estimator

$$\beta^* = (Y_2' Y_2)^{-1} Y_2' y_1 \quad (2.7) \quad (\text{Phillips \& Loretan, 1991}).$$

But  $\sigma_{21} = \sum_{k=0}^{\infty} E(u_{20} u_{1k})$ . If  $\hat{\sigma}_{21}$  is consistent estimator of  $\sigma_{21}$ , then we have a modified OLS estimator

$$\beta^{**} = (Y_2' Y_2)^{-1} (Y_2' y_1^+ - T \hat{\sigma}_{21}) \quad (2.8)$$

Then the Fully Modified OLS (FMOLS) estimator employs both the serial correction and endogeneity corrections and is given as

$$\beta^+ = (Y_2' Y_2)^{-1} (Y_2' y_1^+ - T \hat{\delta}^+) \quad (2.9)$$

where

$$y_{1t}^+ = y_{1t} - \hat{\sigma}_{21}' \hat{\Sigma}_{22}^{-1} \Delta y_{2t} \quad (2.10)$$

$$\hat{\delta}^+ = \hat{\Delta} \begin{bmatrix} 1 \\ -\Sigma_{22}^{-1} \hat{\sigma}_{21} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

where  $\hat{\Delta}$  is a consistent estimate of  $\Delta = \sum_{k=0}^{\infty} E(u_{20} u_{1k})$  and  $\hat{\Sigma}$  is consistent for  $\Sigma$

Fully modified test statistics that are based on  $\beta^+$  may be constructed in the usual way. Thus, for t-ratios we defined as

$$t_i^+ = (\beta_i^+ - \beta_i) / s_i^+ \quad (2.12)$$

$$\text{where } (s_i^+)^2 = \hat{\sigma}_{11.2} \left[ [Y_2' Y_2]^{-1} \right]_{ii} \quad (2.13)$$

$$\text{here } \hat{\sigma}_{11.2} = \hat{\sigma}_{11} - \hat{\sigma}_{21}' \hat{\Sigma}_{22}^{-1} \hat{\sigma}_{21} \quad (2.14)$$

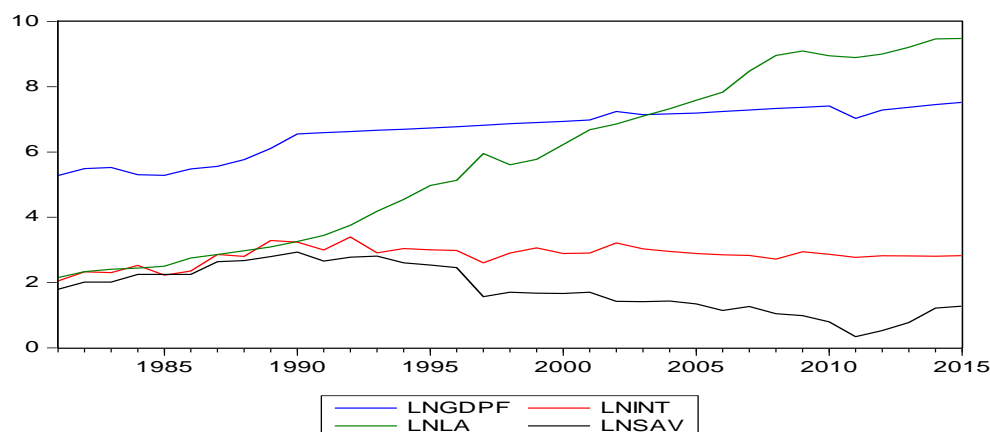
And is based on components of  $\hat{\Sigma}$  which is again an estimate of the long-run covariance matrix  $\Sigma$  (Phillips & Loretan (1991)).

### 3 Materials and Methods

Secondary data was employed in this study collected from Central Bank Statistical Bulletin. Annual data was collected on Loan and advances, Lending Rate, Savings and GDP of financial institutions. The data covers a period from 1981 to 2015. The data was transformed using Natural logarithm as Natural Logarithm transform of GDP of Financial Institutions (LNGDDF), Natural Logarithm transform of Lending Rates (LNINT), Natural Logarithm transform of Loans and Advances (LNLA), Natural Logarithm transform of Weighted Average Savings (LNSAV). The Natural Logarithm transform of GDP of Financial Institutions (LNGDDF) was used as the dependent variable.

### 4.0 Results and Discussion

The analysis are carried out using EViews 7.2 Statistical Software



**Fig 4.1: A Plot of the Economic Macro Variables**

Figure 4.1 above shows the plot of the natural log transformed of the variables used in this study. There evidence of positive growth in the performance of the macro economic variables.

**Table 4.1: Descriptive Statistics of the Economic Macro variables**

|         | LNGDPF   | LNINT    | LNLA     | LNSAV    |
|---------|----------|----------|----------|----------|
| Mean    | 6.658313 | 2.828667 | 5.751817 | 1.793394 |
| Median  | 6.867640 | 2.867330 | 5.777030 | 1.702930 |
| Maximum | 7.523930 | 3.394510 | 9.479310 | 2.933860 |
| Minimum | 5.282750 | 2.047690 | 2.151760 | 0.343590 |

|              |           |           |          |           |
|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Std. Dev.    | 0.729900  | 0.297896  | 2.564343 | 0.725453  |
| Skewness     | -0.806143 | -0.749199 | 0.051584 | -0.084856 |
| Kurtosis     | 2.229984  | 3.516531  | 1.527985 | 1.944436  |
| Jarque-Bera  | 4.655571  | 3.663336  | 3.175479 | 1.666900  |
| Probability  | 0.097511  | 0.160146  | 0.204387 | 0.434547  |
| Sum          | 233.0409  | 99.00334  | 201.3136 | 62.76879  |
| Sum Sq. Dev. | 18.11361  | 3.017238  | 223.5791 | 17.89360  |
| Observations | 35        | 35        | 35       | 35        |

**Key:** LNGDDF- Natural Logarithm transform of GDP of Financial Institutions

LNINT- Natural Logarithm transform of Lending Rates

LNLA- Natural Logarithm transform of Loans and Advances

LNSAV-Weighted Average Savings

Table 4.1 above shows the descriptive statistics of the macro economic variables. The economic macro variables are all normally distributed (since P-values>0.05)

**Table 4.2: ADF Test of the Economic Macro variables**

| Variables | Level     |         | 1 <sup>st</sup> Difference |         | Order |
|-----------|-----------|---------|----------------------------|---------|-------|
|           | ADF Value | p-value | ADF Value                  | P-value |       |
| LNGDPF    | -1.5884   | 0.4774  | -5.0987                    | 0.0002  | I(1)  |
| LNLA      | -0.0937   | 0.9423  | -5.1918                    | 0.0002  | I(1)  |
| LNSAV     | -0.8215   | 0.8001  | -5.4345                    | 0.0001  | I(1)  |
| LNINT     | -3.6566   | 0.0103  | -5.2552                    | 0.0001  | I(0)  |

Table 4.2 above, The GDP, Loans and Advances, Average Savings are stationary in their first difference, that is integrated of order one I(1). While the Natural Logarithm transform of Lending Rates is stationary at level. This also shows the appropriateness of ARDL model since it can handle values at different order of integration (Adenomom et al., 2018).

**Table 4.3: Standard ARDL(1,1,1,2) Mode**



Dependent Variable: D(LNGDPF)

Method: Least Squares

Date: 06/13/18 Time: 13:28

Sample (adjusted): 1984 2015

Included observations: 32 after adjustments

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C                  | 1.469084    | 0.517229              | 2.840298    | 0.0105    |
| D(LNGDPF(-1))      | 0.071123    | 0.175800              | 0.404567    | 0.6903    |
| D(LNLA)            | 0.160886    | 0.107135              | 1.501718    | 0.1496    |
| D(LNLA(-1))        | 0.131408    | 0.127163              | 1.033389    | 0.3144    |
| D(LNSAV)           | 0.006272    | 0.119139              | 0.052645    | 0.9586    |
| D(LNSAV(-1))       | 0.041953    | 0.130089              | 0.322494    | 0.7506    |
| D(LNINT)           | 0.366587    | 0.136772              | 2.680277    | 0.0148    |
| D(LNINT(-1))       | -0.377071   | 0.206280              | -1.827956   | 0.0833    |
| D(LNINT(-2))       | -0.217285   | 0.130128              | -1.669785   | 0.1114    |
| LNGDPF(-1)         | -0.819942   | 0.175217              | -4.679576   | 0.0002    |
| LNLA(-1)           | 0.173731    | 0.057879              | 3.001638    | 0.0073    |
| LNSAV(-1)          | 0.008326    | 0.143103              | 0.058179    | 0.9542    |
| LNINT(-1)          | 1.045864    | 0.255051              | 4.100603    | 0.0006    |
| R-squared          | 0.680777    | Mean dependent var    |             | 0.062426  |
| Adjusted R-squared | 0.479163    | S.D. dependent var    |             | 0.145633  |
| S.E. of regression | 0.105102    | Akaike info criterion |             | -1.376563 |
| Sum squared resid  | 0.209883    | Schwarz criterion     |             | -0.781108 |
| Log likelihood     | 35.02501    | Hannan-Quinn criter.  |             | -1.179186 |
| F-statistic        | 3.376628    | Durbin-Watson stat    |             | 1.913919  |
| Prob(F-statistic)  | 0.008852    |                       |             |           |

**Table 4.4: Bound Testing**

Wald Test:

Equation: Untitled

| Test Statistic | Value    | df      | Probability |
|----------------|----------|---------|-------------|
| F-statistic    | 6.408593 | (4, 19) | 0.0019      |
| Chi-square     | 25.63437 | 4       | 0.0000      |

Null Hypothesis:  $C(10)=C(11)=C(12)=C(13)=0$

Null Hypothesis Summary:

| Normalized Restriction (= 0) | Value     | Std. Err. |
|------------------------------|-----------|-----------|
| C(10)                        | -0.819942 | 0.175217  |
| C(11)                        | 0.173731  | 0.057879  |
| C(12)                        | 0.008326  | 0.143103  |
| C(13)                        | 1.045864  | 0.255051  |

Restrictions are linear in coefficients.

Table 4.3 above presents the Standard ARDL (1,1,1,2), while table 4.4 presents the Bound testing for cointegration that is to ascertain the evidence of long run association among the macro economic variables. The Pesaran critical values: Lower bound=2.86 and Upper Bound=4.01 with

F-calculated value=6.408593>4.01. It means that the macro economic variables have long run relationships

**Table 4.5: Short Run and ecm coefficient of ARDL(1,1,1,2) Model**

Dependent Variable: D(LNGDPF)

Method: Least Squares

Date: 06/13/18 Time: 13:34

Sample (adjusted): 1984 2015

Included observations: 32 after adjustments

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C                  | -0.034124   | 0.043973              | -0.776022   | 0.4460    |
| D(LNGDPF(-1))      | 0.173986    | 0.198117              | 0.878197    | 0.3893    |
| D(LNLA)            | 0.255263    | 0.119745              | 2.131729    | 0.0444    |
| D(LNLA(-1))        | 0.101409    | 0.118428              | 0.856290    | 0.4011    |
| D(LNSAV)           | 0.047274    | 0.107131              | 0.441270    | 0.6633    |
| D(LNSAV(-1))       | -0.089707   | 0.121263              | -0.739771   | 0.4673    |
| D(LNINT)           | 0.240741    | 0.139547              | 1.725157    | 0.0985    |
| D(LNINT(-1))       | -0.015937   | 0.188414              | -0.084587   | 0.9334    |
| D(LNINT(-2))       | -0.054164   | 0.128498              | -0.421516   | 0.6775    |
| ECM(-1)            | -0.615602   | 0.190418              | -3.232903   | 0.0038    |
| R-squared          | 0.491612    | Mean dependent var    |             | 0.062426  |
| Adjusted R-squared | 0.283635    | S.D. dependent var    |             | 0.145633  |
| S.E. of regression | 0.123262    | Akaike info criterion |             | -1.098707 |
| Sum squared resid  | 0.334256    | Schwarz criterion     |             | -0.640665 |
| Log likelihood     | 27.57931    | Hannan-Quinn criter.  |             | -0.946879 |
| F-statistic        | 2.363778    | Durbin-Watson stat    |             | 1.878239  |
| Prob(F-statistic)  | 0.048206    |                       |             |           |

From table 4.5 above, the short run coefficients and the Error Correction coefficient (ECM) are presented. The Error Correction coefficient (ECM) is negative with estimate as -0.615602 with a p-value of 0.0038 which is very significant. This implies a reasonable high speed of equilibrium after a shock (that is 61.6%). Approximately 62% of disequilibria from the previous year's shock converge back to the long – run equilibrium in the current year. The expected sign of ECM coefficient is in line with the work of Adenomon et al (2018).

**Table 4.6: Multicollinearity test**

Variance Inflation Factors

Date: 06/13/18 Time: 13:37

Sample: 1981 2015

Included observations: 32

| Variable      | Coefficient<br>Variance | Uncentered<br>VIF | Centered<br>VIF |
|---------------|-------------------------|-------------------|-----------------|
| C             | 0.001934                | 4.072471          | NA              |
| D(LNGDPF(-1)) | 0.039250                | 2.010504          | 1.700190        |
| D(LNLA)       | 0.014339                | 2.926163          | 1.451016        |
| D(LNLA(-1))   | 0.014025                | 2.867119          | 1.399789        |
| D(LNSAV)      | 0.011477                | 1.455724          | 1.442813        |
| D(LNSAV(-1))  | 0.014705                | 1.861925          | 1.842712        |
| D(LNINT)      | 0.019473                | 2.101215          | 2.090311        |
| D(LNINT(-1))  | 0.035500                | 3.831176          | 3.814415        |
| D(LNINT(-2))  | 0.016512                | 1.866795          | 1.846716        |
| ECM(-1)       | 0.036259                | 2.253638          | 2.251382        |

There is no presence of Multicollinearity (VIF<10)

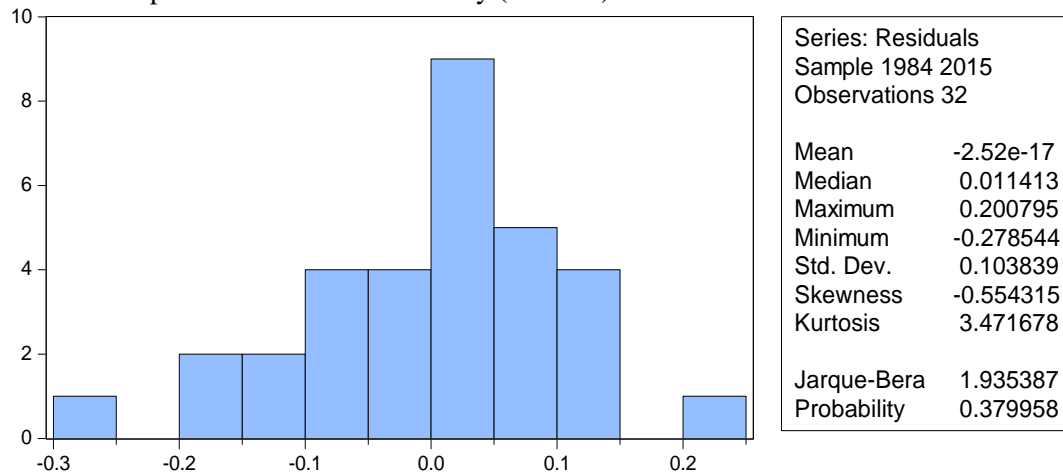


Fig 4.2: Normality Test of the Residuals

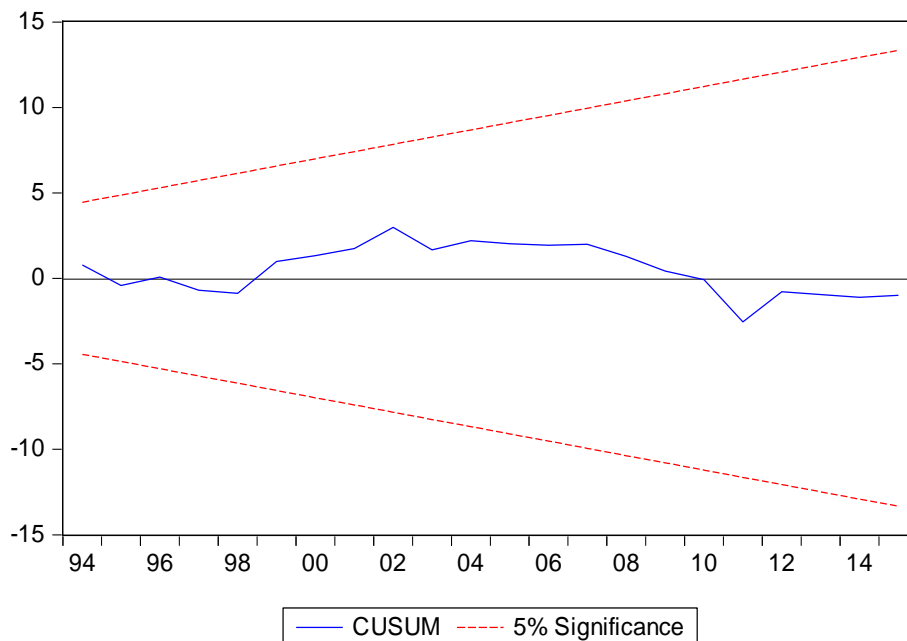
**Table 4.7: Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:**

|               |          |                     |        |
|---------------|----------|---------------------|--------|
| F-statistic   | 0.676693 | Prob. F(2,20)       | 0.5196 |
| Obs*R-squared | 2.028173 | Prob. Chi-Square(2) | 0.3627 |

**Table 4.8: Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey**

|                     |          |                     |        |
|---------------------|----------|---------------------|--------|
| F-statistic         | 1.349094 | Prob. F(9,22)       | 0.2693 |
| Obs*R-squared       | 11.38014 | Prob. Chi-Square(9) | 0.2505 |
| Scaled explained SS | 6.647447 | Prob. Chi-Square(9) | 0.6738 |

The Diagnostic test of the estimated short run ARDL(1,1,1,2) obtained is free from the problem of multicollinearity (see Table 4.6), no presence of serial correlation (see Table 4.7) and no presence of Heteroskedasticity (Table 4.8) while the residual is normally distributed (see Figure 4.2). This means that the estimated model is robust (Adenomon, et al. 2018)



**Fig. 4.3: CUSUM Stability Test**

Figure 4.3 above shows the CUSUM stability test, the test shows the stability of the model. This supports the results from the diagnostic and the residual analyses of the estimated ARDL model.

**Table 4.9: Long Run Coefficients using ARDL**

Dependent variable: LNGDPF

| Variables | Coefficients | Standard error | t-value  | p-value | Remarks         |
|-----------|--------------|----------------|----------|---------|-----------------|
| LNLA      | 0.211882     | 0.053426       | 3.965925 | 0.0008  | Significant     |
| LNSAV     | 0.010154     | 0.174564       | 0.058167 | 0.9542  | Not Significant |
| LNINT     | 1.275534     | 0.220018       | 5.797397 | 0.0000  | Significant     |

It results in the table 4.9 above present the long run relationship between GDP and, loans and advances, savings and interest rate. The Natural Logarithm transform of Loans and Advances and Natural Logarithm transform of Lending Rate have a long run positive significant relationship with Natural Logarithm transform of GDP of Financial Institutions while Natural transform of Savings have a long run positive non-significant relationship with Natural Logarithm transform of GDP of Financial Institutions. This confirms the poor saving culture of the Nigeria people (Adenomom et al. 2018).

**Table 4.10: FMOLS**

Dependent variable: LNGDPF

| Variables | Coefficients | Standard error | t-value  | p-value | Remarks         |
|-----------|--------------|----------------|----------|---------|-----------------|
| LNLA      | 0.272244     | 0.036547       | 7.449132 | 0.0000  | Significant     |
| LNSAV     | 0.194216     | 0.124508       | 1.559863 | 0.1293  | Not Significant |
| LNINT     | 0.710738     | 0.168126       | 4.227408 | 0.0002  | Significant     |

Series are cointegrated ( $p= 0.1780 > 0.05$ )

FMOLS models in table 4.10 revealed that loans and advances, and lending rates and savings were positively related to GDP in Nigeria but only savings was not significant in the model. FMOLS model possessed minimum standard errors; hence FMOLS model is more robust compared to ARDL model.

## 5. Conclusion and Recommendation

This study applied the ARDL and FMOLS models to examine the long run effects of some macroeconomic variables on Gross Domestic Products (GDP) of financial institutions in Nigeria. To achieve this, annual data covering 1981 to 2015 for loans and advances, savings, lending rates and GDP of Financial Institutions were collected from CBN bulletin. The ADF test revealed that the variables are I(1) except for lending rate which was of I(0) order. The long run coefficients of ARDL(1,1,1,2) and FMOLS models revealed that loans and advances, and lending rates and savings were positively related to GDP in Nigeria but only savings was not significant in the model.

FMOLS model possessed minimum standard errors; hence FMOLS model is more robust compared to ARDL model. The estimated models are free from serial correlation, multicollinearity, heteroscedasticity while the models are stable and the residuals of the models are normally distributed. The study

recommends that savings and savings culture should be encouraged in Nigeria since economic theory states that savings and investment are related in any economic development.

## REFERENCES

- Abubakar, A., & Gani, I. M. (2013). Impact of banking sector development on economic growth: Another Look at the Evidence from Nigeria. *Journal of Business Management & Social Sciences Research (JBM&SSR)*, 2(4):47-57.
- Adekunle, O. A., Salam, G. O., & Adedipe, O. A. (2013). Impact of financial sector development on the Nigerian economic growth. *American Journal of Business and Management*, 2(4), 347- 356.
- Adenomon, MO; Ogujiofor, GO & Adenomon, CA (2018):The Contribution of Commercial Banks to GDP Growth in Nigeria using Autoregressive Distributed Lag Model. A Paper presented at the 42nd Annual Conference of the Nigerian Statistical Association, UNIZIK, 5th-7th September, 2018.
- Azege, M. (2007).The impact of financial intermediation on economic growth: The Nigerian perspective. Research Paper, Department of Economics, Lagos State University.
- Johanson, S. and Juselius, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and inference on cointegration with applications to Demands for money. *Oxford bulletin of Economics and Statistics* 52, 169 – 210.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. and Smith, R. J.(2001). Bound Testing Approaches to the Analysis of Level Relationship. *Journal of Applied Economics*, 16:289-326.
- Phillips, P. C. B. and Loretan, M.(1991): Estimating Long-Run Economic Equilibria. *The Review of Economic Studies*, 58(3): 407-436.

## THE INTERNET EXCESSIVE USE EFFECT ON THE SOCIAL LIFE AND ACADEMIC PERFORMANCE OF THE MOSUL UNIVERSITY STUDENTS - IRAQ

**Eman Salem KHAFFAF**

MSc Mental Health Studies/ Lecturer/ College of Nursing/ University of Mosul

**Zeyad Tariq MADALAH**

MSc Mental Health Studies/ Lecturer/ College of Nursing/ University of Mosul

### ABSTRACT

The brought up of the modern technology, information and communication may open new horizons and new changes in various aspects of human life, cultural, intellectual and social, as it greatly affected all patterns the human life. The internet has become an important need in everyday life. Everyone who contemplates the developments that have affected the social life due to modern technology of communication must notice the significant changes in social relations in our societies, so there is no doubt that social relations have been affected by the using of the internet. On the other hand, the internet may affect the students if they are using it negatively. Therefore, the present study aims to assess the effect of the excessive use of the internet on the social life and academic performance of the students at Mosul University. A descriptive study is adopted in the present study by using a structured questionnaire from 1<sup>st</sup>, February to 30<sup>th</sup>, June 2020. The sample consisted of (235) of undergraduate students where participated randomly from different scientific and humanitarian colleges of the University of Mosul. The study finds that there is a significant relationship between the use of the internet and the present study sample's gender and their residential area at  $\text{sig} = (0.006, 0.000)$  respectively. The study concludes that the respondents do not have the internet excessive use or addiction. The study also illustrated that the use of the internet does not affect the students' studying negatively but it has affected to some extent the social relationships of the participated students. Finally, It revealed that there is a significant relationship between the use of the internet and the respondents' gender and their residential area.

**Keywords:** effect, excessive use, addiction, students, social life, academic performance, internet.

### Introduction

Certainly, the uses of the internet becomes the most popular in the daily life and invades all the life aspects because it has a widely uses and it is ready to use in most time. Although, the internet usage is not mandatory for students at the University of Mosul, the internet may be useful for their studying by feeding them with a huge amount of information and wide of resources that they can access in anytime. Furthermore, the internet has become the only way for interaction between the students and their tutors in this period with the permanence disruption due to Corona pandemic leading the university of Mosul resumed the E-learning.

Previous study revealed the importance of the internet for the students [1]. Despite of the necessity of the internet for the students, they are at a high risk for dependence developing when they use it in the negative way. Several previous studies have also been shown that there are high level of physically, emotionally, and academically negative impact on students. Relationships, studying and work are the most aspects that may affected by these risky and negative effect of the internet [2,3]

The most obvious risk is the overuse of the internet. A previous study indicated the internet addiction among the colleges student [4]. Another study claimed that the internet addiction has harm impact on individuals' habits, living, studying, and their social activities. The age factor for the university students is



considered the first factor for excessive use or even addicted use of the internet. Other factors for the excessive use of the internet could be the availability of the internet and the personality of the individual and how he or she can manage their time and control their psychological internet dependence [5].

Internet addiction is a problem that is increasing day by day due to the availability the internet in a wide spectrum. Internet addiction and spending long hours using the Internet cause negative impact on work, study, money, and even the family relationship, especially university students who are the most vulnerable to internet addiction because of the factor of their age [6]. Therefore, the importance of the present study is to reveal if there are students, at Mosul University, have internet addiction problems to study the impact of that on their academic performance and social relationships. The study aims to assess the effect of the excessive use of the internet on the social life and academic performance of the students at Mosul University.

## Materials and Method

A descriptive approach is adopted in the present study. This approach is a way to search for the present to answer on specific questions without the intervention of a researcher. The study utilized a simple random sample to achieve the objects of the research. A target number of the participants was 235 of undergraduate students who attended different scientific and humanitarian colleges of the University of Mosul. The criteria of selecting the sample were tended to choose students from all stages of all undergraduates studying. The research carried out at the college of nursing in the University of Mosul. The University of Mosul is located in the Almajmoah Althaqafia district, at the left side of the Tigris river in Mosul city- Iraq. But the questionnaire was published online by using the Google form. The study was consumed a period from from 1<sup>st</sup>, February to 30<sup>th</sup>, July 2020. The tool of the present study was prepared by using several previous study. The questionnaire divided into four section. The first one contains the socio-demographical data of the participants. The second section is relevant to the Internet Addiction Test (IAT) which published by Dr. Kimberly Young [7]. This section contains (20) statements, about the using of the internet, with five Lickert scale answers, which are (never =1, rare=2, sometimes =3, often =4, always =5). The third section of the tool consists of (10) statements about the effect of the internet use on the students' studying with three Lickert scale answers, which are (completely applicable = 3, somewhat applicable = 2, not applicable = 1). While the final section has (20) statements about the effect of the internet on the students' social relationships with three Lickert scale answers which are (completely applicable = 3, somewhat applicable = 2, not applicable = 1). Due to the time limited of the study, the study questionnaire was designed as a Google form in Arabic language and it published online throughout the University of Mosul's students' online groups.

## Results

**Table (1):** Socio-demographical data distribution ( $n = 235$ )

| Variables        | Groups           | F.  | %    |
|------------------|------------------|-----|------|
| Gender           | Male             | 127 | 54.1 |
|                  | Female           | 108 | 45.9 |
| Age in years     | (18 – 20)        | 16  | 6.8  |
|                  | (21 – 23)        | 69  | 29.4 |
|                  | (24 – 26)        | 95  | 40.4 |
|                  | $\geq 27$        | 55  | 23.4 |
| Residential Area | Students Housing | 7   | 3.0  |
|                  | Rural Area       | 56  | 23.8 |

|                   |              |     |      |
|-------------------|--------------|-----|------|
|                   | Urban Area   | 172 | 73.2 |
| Marital Status    | Single       | 162 | 68.9 |
|                   | Married      | 71  | 30.3 |
|                   | Divorced     | 1   | 0.4  |
|                   | Widowed      | 1   | 0.4  |
| Educational Stage | First        | 11  | 4.7  |
|                   | Second       | 47  | 20.0 |
|                   | Third        | 29  | 12.3 |
|                   | Fourth       | 148 | 63.0 |
|                   | Other        | 0   | 0.0  |
| College Type      | Humanitarian | 93  | 39.6 |
|                   | Scientific   | 142 | 60.4 |

**Table (2):** The effect of the internet use on the marital status

| Seq. | Questions  | Total F. | Options | F. | %     |
|------|--|----------|---------|----|-------|
| 1.   | Does the use of the internet affect your marital status? | 71       | Yes     | 28 | 39.4  |
|      |  |          | No      | 43 | 60.6  |
| 2.   | Was the internet use one of the reasons for the divorce? | 1        | yes     | 1  | 100.0 |

**Table (3):** The percent distribution of the internet use

| Seq. | Statements                                    | Options                          | No. | %    |
|------|---|----------------------------------|-----|------|
| 1.   | The hours for the internet usage              | Less than hour                   | 5   | 2.1  |
|      |   | (1 – 3) hours                    | 63  | 26.8 |
|      |   | (4 – 6) hours                    | 88  | 37.5 |
|      |   | More than (6) hours              | 79  | 33.6 |
| 2.   | Does the internet available around the clock? | Rarely                           | 43  | 18.3 |
|      |   | No                               | 23  | 9.8  |
|      |   | Yes                              | 169 | 71.9 |
| 3.   | The most visited sites                        | Scientific and educational sites | 20  | 8.5  |
|      |   | Social medias                    | 137 | 57.5 |
|      |   | YouTube site                     | 56  | 24.8 |
|      |   | Entertainment sites and games    | 16  | 6.8  |
|      |   | News sites                       | 4   | 1.6  |
|      |   | Other sites                      | 2   | 0.8  |

**Table (4):** The distribution of the Internet Addiction Test (%)

| Seq | Statements   | Never | Rare | Sometimes | Often | Always |
|-----|--|-------|------|-----------|-------|--------|
| 1.  | I find myself staying online longer than I specified.  | 6.8   | 10.2 | 21.3      | 43.0  | 18.7   |
| 2.  | I neglect the home works to spend more time on the internet.   | 22.6  | 21.7 | 37.8      | 11.5  | 6.4    |
| 3.  | I prefer the relationships via the internet more than a real social relationship.                            | 46.8  | 17.0 | 23.4      | 10.2  | 2.6    |
| 4.  | I am creating new relationships with the internet users.   | 32.3  | 32.8 | 27.7      | 5.5   | 1.7    |
| 5.  | The others complain about the amount of the time that I spend using the internet.                            | 20.4  | 54.0 | 13.2      | 6.8   | 5.5    |
| 6.  | I suffer a lot completing my homework due to the time that I spend on the internet                           | 28.5  | 20.4 | 32.3      | 10.6  | 8.1    |
| 7.  | I check my email before anything else that I need to do.   | 20.9  | 23.0 | 14.9      | 27.7  | 13.6   |
| 8.  | I suffer in doing my job and my productivity decreased due to the internet usage.                            | 33.6  | 24.7 | 26.4      | 8.9   | 6.4    |
| 9.  | I use secret or defensive manner when someone asks me what to do online.                                     | 37.4  | 19.2 | 26.9      | 9.4   | 7.2    |
| 10. | I prevent annoying thoughts of my life with calming thoughts on the Internet.                                | 12.8  | 17.4 | 37.0      | 19.6  | 13.2   |
| 11. | When I am being away from the internet, I ask myself a lot when I will open the internet.                    | 17.9  | 25.4 | 25.6      | 16.6  | 14.5   |
| 12. | I afraid that the life without the internet will be boring, empty and without enjoying.                      | 21.7  | 16.6 | 20.0      | 22.1  | 19.6   |
| 13. | I get annoyed and shouting if someone annoys me online.  | 39.5  | 26.8 | 19.1      | 8.9   | 5.5    |
| 14. | I lose many hours of sleep due to the internet.  | 24.7  | 21.3 | 16.2      | 28.5  | 9.4    |
| 15. | My mind still preoccupied with the internet, when I am outside the internet, and I imagine that I am online. | 54.0  | 20.4 | 13.2      | 6.8   | 5.5    |
| 16. | I tell myself "a few more minutes" when I want to hang up the internet.                                      | 8.5   | 17.0 | 33.2      | 18.7  | 22.6   |
| 17. | I try to reduce the amount of time that I spend on the internet, but I cannot.                               | 20.9  | 13.2 | 17.9      | 29.4  | 18.7   |
| 18. | I am not paying attention and trying to hide my time that using the internet.                                | 16.6  | 30.2 | 18.3      | 25.1  | 9.8    |
| 19. | I prefer spending more time online than going out with others.   | 17.0  | 37.0 | 23.8      | 12.3  | 9.8    |
| 20. | I feel depressed, moody, or nervous when I am off the internet, which goes away once I return online.        | 20.9  | 45.1 | 20.0      | 8.5   | 5.5    |

**\*The sum of the scores of the highest percent of each items = (51)**

**Table (5):** The effect of the internet on the students' studying

| Seq | Statements  | Completely applicable | Somewhat applicable | Not applicable |
|-----|---|-----------------------|---------------------|----------------|
| 1.  | I can focus on my studies even when I am busy with the internet.              | 23.4                  | 47.7                | 28.9           |
| 2.  | I can do my university assignments even when I am busy with the internet.     | 30.2                  | 45.5                | 24.3           |
| 3.  | I am not absent from work due to spending a long time on the internet.        | 62.1                  | 10.6                | 27.2           |
| 4.  | My academic achievement degrees were not negatively affected by the internet. | 48.5                  | 28.5                | 23.0           |
| 5.  | My motivation to study did not decrease due to the internet.                  | 48.9                  | 29.8                | 21.3           |
| 6.  | The use of the internet helped me in my studies.                              | 52.3                  | 41.7                | 6.0            |
| 7.  | The internet gave me access to sources and information related to my studies. | 63.0                  | 31.9                | 5.1            |
| 8.  | The internet helped me to prepare for the exams.                              | 34.9                  | 43.8                | 21.3           |
| 9.  | The internet helped me communicate with the students and lecturers.           | 64.7                  | 28.9                | 6.4            |
| 10. | The internet helped me keep up with the scientific and research development.  | 57.4                  | 35.7                | 6.9            |

**The sum scores of the highest percent of each items = (27)**

**Table (6):** The effect of the internet on the students' social relationships

| Seq. | Statements   | Completely applicable | Somewhat applicable | Not applicable |
|------|--|-----------------------|---------------------|----------------|
| 1.   | My direct interaction with others decreased.                                     | 54.4                  | 37.8                | 7.7            |
| 2.   | My personal contact to friends decreased.  | 20.9                  | 55.3                | 23.8           |
| 3.   | The use of the internet makes me feel alone and isolated from my social context. | 15.7                  | 33.6                | 50.7           |
| 4.   | The internet has kept me out of my family.                                       | 20.5                  | 33.6                | 45.9           |
| 5.   | I spend more time on the internet than I do with my family.                      | 11.1                  | 34.5                | 55.4           |

|     |   |      |      |      |
|-----|---|------|------|------|
| 6.  | My social activities have declined in family occasions.   | 14.9 | 45.5 | 39.6 |
| 7.  | Online communication has not helped me expand my social relationships.                                | 9.8  | 32.8 | 57.4 |
| 8.  | My family complains about me because I spend a long time on the internet.                             | 16.6 | 36.6 | 46.8 |
| 9.  | I feel that I have become distant from my family and relatives due to the use of the internet.        | 14.9 | 32.3 | 52.8 |
| 10. | I prefer to use the internet to spend time with my family and relatives.                              | 8.5  | 30.7 | 60.8 |
| 11. | My usage of the internet makes me not visiting my relatives and cut off from them.                    | 8.5  | 32.8 | 58.7 |
| 12. | Although using the internet is financially expensive, I still use it a lot.                           | 13.6 | 25.9 | 60.4 |
| 13. | I prefer to use the internet than going out with my family and friends.                               | 34.5 | 40.8 | 24.7 |
| 14. | There are many disputes with my friends because I use the internet a lot.                             | 6.4  | 20.9 | 72.7 |
| 15. | My continuous use of the internet made me lose a lot of my friends.                                   | 2.6  | 11.9 | 85.5 |
| 16. | I continue using the internet greatly, despite having problems with my family.                        | 7.2  | 14.9 | 77.9 |
| 17. | I often resort to lying to my family in order to use the internet.                                    | 7.6  | 24.7 | 67.7 |
| 18. | My usage of the internet made me feel like an unwanted person by others.                              | 15.7 | 5.5  | 78.8 |
| 19. | My preoccupation with creating virtual relationships online has kept me out of the family atmosphere. | 4.7  | 19.6 | 75.7 |
| 20. | I prefer to share my concerns and thoughts with friends on the internet more than with my family.     | 6.0  | 22.1 | 71.9 |

**The sum scores of the highest percent of each items = (25)**

**Table (7):** The independent T-Test for respondents' gender with the Internet Addiction Test

| Variables               | Gender | N   | Mean  | Equality                    | Levene's Test for Equality of Variances |      | t-test for Equality of Means |        |                 |                 |                       |   |       |
|-------------------------|--------|-----|-------|-----------------------------|---|------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|-------|
|                         |        |     |       |                             | F                                       | Sig. | T                            | df     | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference |       |
|                         |        |     |       |                             |   |      |                              |        |                 |                 |                       | Lower                                     | Upper |
| Internet Addiction Test | M      | 127 | 33.11 | Equal variances assumed     | 7.548                                   | .006 | -23.58                       | 233    | .000*           | -37.04          | 1.57                  | -40.13                                    | 33.95 |
|                         | F      | 108 | 70.15 | Equal variances not assumed |   |      | -23.13                       | 201.25 | .000*           | -37.04          | 1.60                  | -40.20                                    | 33.88 |

\*Sig. at (0.05)

**Table (8):** The One-Way ANOVA Test for participants' residential area with the Internet Addiction Test

|                         | Residential Area                      | N   | Mean    | Groups         | Sum of Squares | Df  | Mean Square | F       | Sig. |
|-------------------------|---------------------------------------|-----|---------|----------------|----------------|-----|-------------|---------|------|
| Internet Addiction Test | Urban                                 | 172 | 80.8339 | Between Groups | 73736.931      | 2   | 36868.466   | 214.303 | .000 |
|                         | Rural                                 | 56  | 65.2929 | Within Groups  | 39912.999      | 232 | 172.039     |         |      |
|                         | Students Housing (University Housing) | 7   | 39.5276 | Total          | 113649.930     | 234 | --          |         |      |

\*Sig. at (0.05)

## Results Interpretation and Discussion

The distribution of the participants' socio-demographical data are shown in **Table (1)**. It shows a slight difference in the distribution of the respondents' gender which are distributed as (54.1% male, 45.9% female). (40.4%) of the respondents were aged between (24 – 26) years old. It also illustrates that (73.2%) of the participated students were resident in the urban areas while only (3.0%) of the them were live in the students housing through their studying. The students housing is presented for free from the university to the students who resident outside of the Mosul city's borders or Nineveh governorate. Moreover, the table demonstrated that (68.9%) of the participants were single and (30.3 %) were married. (63.0%) of the respondents were in the fourth stage of their study and (60.4%) of them are studying in the scientific colleges.

**Table (2)** demonstrates the effect of the internet use on the marital status. It shows that (60.6%) of the married students ( $n=71$ ) answered that the use of the internet does not affect their marital status while (39.4%) of them had faced different problem with their partners because of the using of the internet. In addition, this table shows that the divorced student ( $n=1$ ) answered that the internet use was one of the reasons for his or her divorce. Similarly, the study found that the excessive of internet use affect in four aspects the relationship between the family members, especially the couples. They determined these aspects as emotional, behavioural, social, and psychological aspects. It demonstrated that any lack for these aspects may be considering as the reason for the couples divorced [8].

**Table (3)** presents the percent distribution of the internet use. It shows that (37.5%) of the participants were spent (4-6) hours using the internet. While (33.6%) of them spent more than (6) hours on the internet and (71.9%) have the access to the internet around the clock. (57.5%) of them surfing the social medias websites while only (8.5%) of them use the internet for the scientific and educational sites. Also the previous study reported in their conference paper that the most students who participated in their study were used the internet for entertainments and social medias websites [9]. Additionally, although the internet has a lot of useful webs for students, one study indicated that the most surfing internet webs are the games web, entertainment, and social media networks [4].

The distribution of the internet addiction test are revealed in **Table (4)**. It shows that the total up of the scores of the highest percent of each items of the respondents are (51) which mean that the participants students have a frequent internet usage problem according to the scores of this scale as explained in the methodology section. Although, this finding do not reveal that the respondents have the excessive use of internet or addiction, the findings presents the frequent usage of the internet by the participated students and this result considers a problematic impact of the life according to the scale preparer [7].

**Table (5)** illustrates that the use of the internet does not affect the students' studying negatively. It presents that the sum of the scores of the highest percent of each items are (27) and this score (according to the scale) is located in among of the scores that indicate that the internet use has no influence on the students' academic level. This is in an agreement with previous studies which find that the use of the internet was useful for the students who participated in this study. These students considered the internet help them in their studying activities and progressed the academic level of them and increasing their cumulative degrees [10,11,12]. In addition, another study demonstrated in their study that around (90 %) of the respondents presented a usefulness of the internet in their significant academic improvement [13].

On the other hand, **Table (6)** presents that the use of the internet has affected to some extent the social relationships of the participated students. It shows score (25) as the total up of the scores of the highest percent of each items according to the scale as mentioned in the methodology section. This result is in a slightly agreement with the study was done by Ja'far Arabic study which found that there is a negative impact of the use of the internet by Iraqi university students on family relationships inside the home through poor family communication, low level of collective participation to manage high things, and parents' opposition to spend a long time using the internet by the student instead of spending this time with the family [14]. Another previous study was conducted in Indonesia concludes that the use of the

internet is considered one of the most factors that affect the students' academic level and social life if they do not use it for the learning and in the right way [15].

To achieve the fourth objective of this study, **Table ( 7 )** explores the independent t-test for respondents' gender and the internet addiction test scores. It reveals that there is a significant relationship between the use of the internet and the respondents' gender at (0.006). It presents the (*mean*=70.15) for the female students which mean that the female have more frequent internet use than male. This may because of the culture and habits of the Mosul city. As the male have more freedom to spent time outside of their home for working or with their relatives and friends and female have less opportunity to go out, so they may spent more time using internet. This finding is in disagreement with previous studies, that they conclude predominantly there is no variation between the male and female in the usage of the internet [16,17]

Finally, **Table (8)** reveals the one-way ANOVA test for participants' residential area with the internet addiction test scores. It shows a significant relationship between the use of the internet and the respondents' residential area at (0.00). It presents that the highest (*mean* =80.8339) were for the students who live in the urban areas. Followed by the participated students who live in the rural area with (*mean*=65.2929). Finally, the less (*mean*=39.5276) was for the participated students who live in the students housing. The reasons for this significant relationship may due to the availability of the internet in cities more than in the rural areas. In addition, the instructions of the university housing in the Mosul University do not allow the students to use the smart phones and connecting to the internet inside the housing. That mean the students in the university housing have less time to spent using the internet. Similarly, a previous descriptive analytical study was conducted at Ajloun University on (300) female students. This study finds a significant relationship between the influence of the internet and the students' housing. This result was logical in considering the researcher, because the geographical area of the students as they were lived in the rural and the internet service does not available widely, and if any, it is rare. Vice versa, for urban students, where the internet service is available over the time and they have the ability to use the internet at any time they wish [18].

### Acknowledgement

The authors acknowledge the support of the College of Nursing – University of Mosul – Mosul – Iraq. The college gave the authors the ethical approval and the acceptance to conduct this study. While, the authors declare that this work free of supporting charges and there is no conflicts of interest in this study.

### Conclusion

The conclusion that is drawn from this study that the respondents do not have the internet excessive use or addiction. The study also concludes that the use of the internet does not affect the students' studying negatively but it has affected to some extent their social relationships. Finally, It reveals that there is a significant relationship between the use of the internet and the respondents' gender and their residential area.

### References

- [1] Puspita, R. H. & Rohedi, D. (2018). The Impact of Internet Use for Students. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 306.P.p. (1-7). Available at: <https://www.researchgate.net/publication/323347760> The Impact of Internet Use for Students
- [2] Ni, X.; Yan, H.; Chen; S.; and Liu, Z. (2009). *Factors Influencing Internet Addiction in a Sample of Freshmen University Students in China*. *Cyberpsychol Beha*.12. P.p. (327-330). Available at: <https://www.researchgate.net/publication/24430602> Factors Influencing Internet Addiction in a Sample of Freshmen University Students in China



- [3] Bessière, K.; Pressman, S.; Kiesler, S.; & Kraut, R. (January, 2010). Effects of Internet Use on Health and Depression: a Longitudinal Study. *J Med Internet Res.* (12). P.p. (1-35). Available at: [file:///C:/Users/\\_lenovo/Downloads/\\_BessierePressmanKieslerKraut.JIMR-10-21-09-combined-3-noendnote.pdf](file:///C:/Users/_lenovo/Downloads/_BessierePressmanKieslerKraut.JIMR-10-21-09-combined-3-noendnote.pdf)
- [4] Mishra, S.; Draus, P.; Goreva, N.; Leone, G.; & Caputo, D. (2014). The Impact of Internet Addiction on University Students and its Effect on Subsequent Academic Success: a Survey Based Study. *Issues in Information Systems.* 15 (I).P. p. (344-352). Available at: <https://pdfs.semantic scholar.org/5153aa506f4d3e916fb9f423211b0cffb3ab9fc8.pdf>
- [5] Usmana, N.; Alavia, M.; & Shafeqb, S. M. (2014). Relationship between Internet Addiction and Academic Performance among Foreign Undergraduate Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences.* 114. P.p.( 845 – 851). Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813054359>
- [6] Hardy, M. (2002). Life Beyond the Screen: Embodiment and Identity through the Internet. *The sociological Reviews.* 50 (4). P.p. (570-585). Available at: [https://www.researchgate.net/publication/227543079\\_Life\\_beyond\\_the\\_Screen\\_Embodiment\\_and\\_Identity\\_through\\_the\\_Internet](https://www.researchgate.net/publication/227543079_Life_beyond_the_Screen_Embodiment_and_Identity_through_the_Internet)
- [7] Kimberly, S. Young. (1998). *Internet Addiction Test (IAT)*. © 2017 by Stoelting. Available at: <http://cyberpsy.ru/wp-content/uploads/2018/02/iat-manual.pdf>
- [8] Serkan Volkan Sarı1, S. & Şahin, M. (2018). The Effect of Social Networking on the Divorce Process. *Universal Journal of Psychology.* 6(1). P.p. (1-8). Available at: <http://www.hrpub.org/download/20180228/UJP1-19410224.pdf>
- [9] Hussien, Rh. & Khaffaf, E. (2013). *Mosul Nursing Students' Perception about E-Learning (Conference Paper)*. The Eleventh Nursing Conference, College of Nursing - University of Mosul - Mosul – Iraq. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/331812357\\_Mosul\\_nursing\\_students%27\\_perception\\_about\\_E\\_learning#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/331812357_Mosul_nursing_students%27_perception_about_E_learning#fullTextFileContent)
- [10] Jibrin, M.; Musa, M.; & Shittu, T. (November, 2017). Effect of Internet on the Academic Performance of Tertiary Institutions' Students in Niger State, Nigeria. *International Journal of Education, Learning and Training.* 2 (No.2). P.p. (57– 69). Available at: <https://www.ftms.edu.my/journals/pdf/IJELT/Nov2017/57-69.pdf>
- [11] Saif, A. Mohammed. (April, 2018). Effect of Internet Use on Health College Students at King Saud University. *International Journal of Scientific Study.* 6 (1). P.p. (104–108). Available at: [https://www.ijss-sn.com/uploads/2/0/1/5/20153321/ijss\\_apr\\_oa22\\_-\\_2018.pdf](https://www.ijss-sn.com/uploads/2/0/1/5/20153321/ijss_apr_oa22_-_2018.pdf)
- [12] Shahibi, M. S. & Rusli, Ku. N. Kh. (2017). The Influence of Internet Usage on Student's Academic Performance. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences.* 7(8). Available at: [https://www.researchgate.net/publication/320224825\\_The\\_Influence\\_of\\_Internet\\_Usage\\_on\\_Student's\\_Academic\\_Performance](https://www.researchgate.net/publication/320224825_The_Influence_of_Internet_Usage_on_Student's_Academic_Performance)
- [13] Oghenetega, I. & Igere, M. A. (2014). Impact of the Internet on Academic Performance of Students in Tertiary Institutions in Nigeria. *Journal of information and knowledge management.* 5(2). P.p. (47 - 56). Available at: <https://www.ajol.info/index.php/ijikm/article/viewFile/144636/1384>
- [14] Ja'far Dh. & Muslam S. (2012). The Effect of Using the Internet in Family and Social Disintegration: a Survey Study for Iraqi Universities Students. *AL-Mostansiriyah Journal for Arab and International Studies.* 39. P.p. (214-236). Retrieved on 4<sup>th</sup> December, 2019. Available at: <https://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=67169>

- [15] Soegoto, E. S. & Tjokroadiponto, S. (August, 2018). Effect of Internet on Student's Academic Performance and Social Life. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 407. Bandung, Indonesia. P.p. (1-8). Available at: [https://www.researchgate.net/publication/327900097\\_Effect\\_of\\_Internet\\_on\\_Student's\\_Academic\\_Performance\\_and\\_Social\\_Life](https://www.researchgate.net/publication/327900097_Effect_of_Internet_on_Student's_Academic_Performance_and_Social_Life)
- [16] Munusamy, K. & Ismail, M. (Fall, 2009). Influence of Gender Role on Internet Usage Pattern at Home among Academicians. *The Journal of International Social Research*. 2 (9). P.p. (308-318). Available at: [http://www.sosyalarastirmalar.com/cilt2/sayi9pdf/munusamy\\_ismail.pdf](http://www.sosyalarastirmalar.com/cilt2/sayi9pdf/munusamy_ismail.pdf)
- [17] Bujala, A. (2012). Gender Differences in Internet Usage. *Acta Universitatis Lodzianis, Folia Sociologica*. 43. P.p.(49 -67). Available at: [file:///C:/Users/lenovo/Downloads/04-buja%20a%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/lenovo/Downloads/04-buja%20a%20(1).pdf)
- [18] Abo Arqoop, I. A. & Alkhadam H. Kh. (2012). The Effect of the Internet on Personal Contact with Family and Friends: a Field Study. *Humanities and Social Sciences Studies*. 39 (2). P.p. (423-435). Available at: [file:///C:/Users/lenovo/Downloads/3253-6402-1-SM%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/lenovo/Downloads/3253-6402-1-SM%20(3).pdf)

## YEŞİL BİNALAR GREEN BUILDINGS

Cansu SARI TEKİN

Yüksek Mimar– Ankara, ORCID: 0000-0003-3210-9708

### ÖZET

Kaynakların hızla tükenmeye başlaması, iklim koşullarının değişmesi ve yapıda kullanılan malzemelerin çevreye ve doğaya verdiği zararları minimum seviyeye indirmek amacıyla ortaya çıkmış olan yeşil binaların teknolojiyle beraber kullanıcıların isteklerine cevap verdiği görülmektedir. Ekolojik dengenin devam etmesine imkan sağlayan ve doğada bir bütün içinde yer alan canlıların bir arada yaşamasına olanak sağlayan bu yapılar, sürdürülebilir malzemeler kullanılarak uzun ömürlü, daha sağlam ve kaliteli yapıların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Tasarım aşamasından itibaren multidisipliner bir anlayışla ortaya çıkan bu yapıların, belirli standartlar çerçevesinde yapıda uygulanan kriterler ile arazi kullanımı, su, enerji, ısıtma ve soğutma, havalandırma, aydınlatma, atık yönetimi ve geri dönüştürme gibi konuları yenilenebilir enerji kapsamında karşıladığı görülmektedir. Bu kapsamda yapılacak üretimin sağlanabilmesinde bazı sertifika sistemlerinin de ortaya çıktığı da görülmektedir. Çalışmada; “yeşil bina” sistemine katkı sağlayan doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilmesi için yapıya etki eden kriterler bu multidisipliner yaklaşım çerçevesinde incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil tasarım, sürdürülebilir binalar, yeşil bina sertifika sistemleri.

### ABSTRACT

It is seen that the green buildings, which have emerged in order to reduce the damage to the environment and nature, with the rapid depletion of resources, changing climatic conditions and the materials used in the building, respond to the demands of the users with technology. These structures, which allow the continuation of ecological balance and allow the living beings in nature to live together in a whole, cause the emergence of long-lasting, more robust and quality structures by using sustainable materials. It is seen that these structures, which emerged with a multidisciplinary approach from the design stage, meet the criteria applied in the building within the framework of certain standards and the subjects such as land use, water, energy, heating and cooling, ventilation, lighting, waste management and recycling within the scope of renewable energy. It is also seen that some certificate systems have emerged in ensuring the production to be made within this scope. In the study; In order to protect and sustain the natural resources that contribute to the "green building" system, the criteria that affect the building have been examined within the framework of this multidisciplinary approach.

**Keywords:** Green design, sustainable buildings, green building certification systems

### 1. GİRİŞ

Yeşil bina kavramı; bulunduğu çevre içerisindeki doğal kaynakları verimli kullanabilen, bulunduğu coğrafya ile, iklimsel ve mekansal donatılar bağlamında uyumlu bir yaşam döngüsü yaratılabilen yapı anlamında kullanılmaktadır. Bahsedilen bu verimin sağlanabilmesi için yapı bütünü oluşturulan tasarımsal öğeler kapsamında; çevre analizleri, doğru arazi kullanımı, dönüşebilen ve geri kazanılabilen doğal malzeme kullanımı, az miktarda fosil yakıt tüketimi sağlanabilmesi gibi doğal kaynakların tasarım sürecinde irdelenerek doğru kullanılması hususunun binada enerji verimliliğinin sağlanması adına önem teşkil ettiği görülmektedir.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu bağlamda, doğru arazi kullanımı, rüzgar, gün ışığı ve yağmur suyu gibi doğal kaynakların doğru kullanımı ile sürdürülebilir arazi yönetimi sağlanması (doğal yaşam alanlarının korunması, çevre ve ekosistemlerin özellikle toprak ve su kaynakları ile diğer doğal kaynakların korunması ve geliştirilmesi, toprağa dayalı tarım ve sanayinin sürekliliği), yeşil çatılar, yapıda doğal havalandırma, doğal aydınlatma, ısıtma ve soğutma, çatı, duvar ve pencere yalıtımlarında verim sağlanması, güneş enerjisinin kullanımı ile ısı enerjisinin üretilmesi, fotovoltaik panel kullanımı ile elektrik üretilmesi, arıtma ile gri suyun sulamada tekrar kullanılması, katı atık yönetimi gibi bir çok dönüştürülebilir ve sürdürülebilir sistemin kurulmasına olanak sağlanan yeşil binaların; mimarlık, inşaat, peyzaj, altyapı, mekanik ve elektrik gibi disiplinleri de içerisine alan multidisipliner bir tasarım sisteminin ürünü olduğu görülmektedir.

Dönüşebilen çevre dostu yapılar inşa edilmesinin çevre kirliliğini de aza indirdiği, daha düşük emisyonlu olan yapı malzemelerinin kullanılmasıyla da sektöre bu anlamda bir yenilik getirildiği anlaşılmaktadır.

Var olan kaynakların üretim, dönüşüm ve sürekliliğinin sağlanması, kontrolsüz gelişen sanayi, gelişen teknoloji, artan nüfus ve yoğun yapılaşmanın etkisiyle azalan doğal kaynakların doğru kullanımı açısından da önem taşımaktadır. Yeşil binalarda yapı içerisinde tasarlanan bitkisel peyzaj düzenlemeleri ile de insanların yapılar içerisinde doğayla bütünleşik bir yaşam tarzı sürdürülebilmelerine olanak sağlandığı düşünülmektedir. Singapur'da inşa edilen Parkroyal Hotel bu bina tipine örnek olarak gösterilebilir.



Parkroyal Hotel

Havuzları, şelaleleri, terasları ve yeşil duvarları içeren sıfır enerjili 15000 m2 alana sahip gökyüzü bahçeleri olarak tanımlanan, bitkisel peyzaj alanları mekanlarla iç içe kat bahçeleri halinde tasarlanmış, farklı türdeki tropikal bitkilerin hem güneşten korunma hem de doğal havalandırma sağladığı bir yapıdır. Yapıda koridorlar da dahil olmak üzere tüm mekanlar doğal havalandırmaya sahiptir. Yapının dış duvarlarında tasarlanan bahçeler ile hava kirliliği azaltılmaya ve serin bir iklimsel etkisi sağlanarak çevresel etkiye katkıda bulunulmaya çalışıldığı görülmektedir. (www.yesilodak.com)

Yapı; çatıdaki aydınlatma sistemi, ısı enerjisi sağlayan fotovoltaik paneller, hareketi algılayabilme ve dönüştürülebilir su ve enerji sistemi ile "2012'de Green Mark Platinum'a layık bulunmuştur.

"Yapının sıfır enerji kapsamında değerlendirildiği görülmektedir. Güneş enerjisi kazanımını azaltmak için yüksek performanslı cam ve Cobiax teknolojisi ("boşluk oluşturucular" kullanılarak) beton kullanımını azaltmak için geri dönüştürülmüş plastik) (inhabitat.com)" (Çetin, 2021).

Bu yaşamsal döngüyü sağlayan tasarım yaklaşımları ile ortaya çıkartılan yeşil binaların, hem fiziksel ve hem de algısal anlamda sürdürülebilir, var olan doğal enerjiyi koruyabilen ve kendi enerji üretimini sağlayan, nefes alan yapılar olduğu anlaşılmaktadır. Aynı döngü içerisinde kullanılan yapı malzemeleri için de, tehlikeli kimyasallara sahip toksik maddelerin insan sağlığı üstünde oluşturduğu olumsuz etkileri nedeniyle “yeşil ürün” standardı oluşturulduğu ve bu kapsamda malzemeler ile ilgili çeşitli çalışmaların yapıldığı da görülmektedir.

“Dünyadaki binalar, yerleşimler, ürün üretimi ve enerji tüketimi gibi her türlü insan faaliyeti sera gazı salınımına neden olmakta ve 200’den fazla çevresel etki gerçekleştirmektedir. Bu etkenlerin başında küresel ısınma gelmektedir.”

“.....küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği su kaynaklarının azalması, besin kıtlığı, enerji sıkıntısı, kuraklık, çölleşme, göç gibi sosyoekonomik ve politik etkileri yanında, doğal peyzaj dokusunun bozulması, ekosistemler, türler ve gen kaynakları gibi biyolojik çeşitliliğin temel parçaları olan sistemleri de olumsuz etkilemektedir.” (Demir, 2002).

Dünyada yeşil binaya bir diğer örnek yapı da Japonya’daki ACROS Fukuoka Foundation binasıdır.



1995’de açılmış olan ACROS Fukuoka Vakfı Binasının da; drenaj sistemi ve atık su yönetimi anlayışıyla yeşil bina konsepti açısından eko-mimarlığa örnek bir yapı tipi olduğu görülmektedir.

Bu çevresel etkenlerin yarattığı kaynak azalımına, hem sürdürülebilirlik hem de ekonomik açıdan, evrensel çapta kaynak kullanımına verim ve fayda sağlayacak bir anlayış içerisinde yaklaşılmasının enerji verimliliği açısından önem taşıdığı görülmektedir. Bahsedilen kaynakların yeşil bina kavramı kapsamında yapıya empoze edilebilmesinde ise izlenen bazı stratejilerin bulunduğu anlaşılmakta, bu stratejilerin yapıda gerekli ölçüm ve değerlendirmeleri yapılabilmesinde ise çeşitli standartlar ve yönetmelikler ile birlikte ortaya çıktığı görülmektedir. Bu standartların getirilmesinde hedef binalarda enerji verimliliğinin artmasına katkı sağlayan değerlendirme sistemleri oluşturmaktır. Bu sistemlerden; BREEAM: Yapılan değerlendirme sistemlerinin ilki olarak 1990’da çıkartılmıştır. Çevrenin etkisi ve durumu, çevre kirliliği, memnuniyet gibi değerleri içermektedir.

LEED: Yapıda kullanılacak malzemelerin değerlendirildiği, enerji kaynağı ve ulaşılabilirliğin ölçüldüğü yapı sürecini içermektedir ve dünyada en yaygın kullanılan değerlendirme sistemi olduğu görülmektedir.

GreenSpec: Dönüşümü olan malzemenin değerlendirmesini yapan bir içeriğe sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Energy Star: Binadaki işletmeler ve kişilere ekonomik anlamda tasarruf olanakları sağlayan ve iklimi üstün enerji verimliliği ile koruyan bir değerlendirme sistemidir.

Ashrea: Bu standardın havalandırma, ısıtma, soğutma gibi sistemlerin enerji anlamında değerlendirildiği sistem olduğu görülmektedir.

Gsitem: Avustralya Yeşil Bina Konseyince ofis gibi mahallerde Breem ile aynı kapsamda konuları içermekte olan sistem olarak geliştirildiği görülmektedir.

CASBEE: Binanın tasarımından uygulanmasına kadar olan tüm sürecin ölçülüp değerlendirilmesini sağlayan bir sertifika sistemidir.

SBTOOL: Binayı bütün haliyle ölçen bir sertifika sistemidir.

DGNB: Arazi, çevresel, ekonomik süreç, teknik ve sosyokültürel alanda yapıyı ölçen bir sistemdir.

Eko Etiketleme Ağı: Çevresel performansın değerlendirildiği ve raporlandığı bir sistemi içermektedir.

ÇEDBİK: 2007 yılı itibari ile ülkemizde enerji verimliliği ve yeşil binalar kapsamındaki çalışmalara destek sağlayan, sürdürülebilirlik konusunda üstte aktarılan standartlara denk olan, konut sertifikası, kapsamında "Bütünleşik Yeşil Proje Yönetimi, Arazi kullanımı, su kullanımı, enerji kullanımı, sağlık ve rahatlık, yapı elemanı ve kaynağın değerlendirilmesi gibi konularda ölçme değerlendirme yapılan bir sistemdir.

Yeşil binalar ile diğer binalar arasında yapılan bir kıyaslama altta aktarılmaktadır.

| Yeşil ve Yeşil Olmayan Binaların Kıyaslanması |                        |                       |
|---|------------------------|-----------------------|
| Bina Türü                                     | Yeşil Binalar          | Yeşil Olmayan Binalar |
| Enerji tüketimi                               | Düşük                  | Yüksek                |
| Salınımlar                                    | Düşük                  | Yüksek                |
| Atık yönetimi                                 | Oldukça verimli        | Verimli               |
| Bina malzemeleri                              | Çevre dostu            | Çevre dostu değil     |
| Uygulanabilirliği                             | Eşik değerden %5 fazla | Eşik değerde          |

(Hoşgör, 2014).

Yeşil binalarda kullanılan malzemeler ile ilgili özellikler altta aktarılmaktadır.

| Yeşil Binalarda Kullanılan Bazı Malzemeler ve Özellikleri |                   |                |                |
|---|-------------------|----------------|----------------|
| Malzeme   | Kaynak            | Dönüşümlülük   | Doğal döngü    |
| Biyolojik Çimento   | Organik           | Geri dönüşümlü | İçerir         |
| Ekolojik Çimento  | Organik           | Geri dönüşümlü | İçerir         |
| Yeşil Beton   | Organik/İnorganik | Geri dönüşümlü | Sınırlı İçerir |
| Kamış Hasır   | Organik           | Geri dönüşümlü | İçerir         |
| Saz Hasır   | Organik           | Geri dönüşümlü | İçerir         |
| Çelik Profil  | İnorganik         | Geri dönüşümlü | İçermez        |
| Cam   | İnorganik         | Geri dönüşümlü | İçermez        |

(Hoşgör, 2014)

### 3. SONUÇ

Kaynakların hızla tükenmeye başlaması, iklim koşullarının değişmesi ve yapıda kullanılan malzemelerin çevreye ve doğaya verdiği zararların minimum seviyeye indirilmesi amacıyla ortaya çıkmış olan yeşil bina sistemlerinin, var olan enerji kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması anlamında kullanıcı isteklerine cevap verir nitelikte yapılar olarak ortaya çıkardığı görülmektedir.

Ekolojik dengenin devam etmesine ve canlıların doğada bir bütün halinde yaşamasına olanak sağlayan yeşil binaların, kullanılan sürdürülebilir malzemeler ile de daha uzun ömürlü, daha sağlam ve uzun vadede ekonomik yapılar olarak ortaya çıktığı, kullanılan ölçüm ve değerlendirme standartları aracılığı ile de enerji verimliliği yüksek binalara teşvik sağlayan nitelikte bir sistem oluşturduğu anlaşılmaktadır.

### KAYNAKÇA:

1. Demir, A. (2002). Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi, A.Ü. Biyoteknoloji Enstitüsü Sosyoekonomik Gelişme ve Biyoteknoloji Anabilim Dalı
2. Doğru, M. (2019). Ecobuilt
3. Hoşgör, H. (2014). İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Yeşil Hastane Konsepti ve Türkiye Deneyimi.
4. Çetin, A. (2021). Yeşil Mimari Yapılar
5. Demirel, Z., Gür. M. (2008). Arazi Yönetimi ve Mesleğimizdeki Değişime Etkisi
6. [www.yesilodak.com](http://www.yesilodak.com)
7. [http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/6221b4b01ea0a47\\_ek.pdf](http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/6221b4b01ea0a47_ek.pdf)
8. <https://www.usgbc.org/>

## MOTION PLANNING OF A CONTINUUM ROBOT IN MEDICAL SURGERIES

**Mohammad JABBARI**

School of Engineering-Emerging Technologies, University of Tabriz, Tabriz, Iran

**Manizhe ZAKERI**

School of Engineering-Emerging Technologies, University of Tabriz, Tabriz, Iran

### ABSTRACT

Continuum robots have become widespread all around the world. They are used for all applications that traditional rigid link robots pose certain limitations, including Medical procedure, Space exploration, and Machine tending. On the one hand, in order to enable the usage of continuum robots in safety-critical applications, such as surgery, it is essential that the continuum robot's tip is moved safely and accurately. On the other hand, due to the kinematics and actuation redundancy of continuum robots, its motion path planning is also a challenging task in medical procedures. In this paper, for safety and control stability of the continuum manipulators in complex constrained environments, a feedback controller is proposed on a one-segment continuum robot, and a suitable path was selected for it to evaluate that controller. Also, we use the constant curvature-bending property of continuum robots for the path planning process. This approach has a feature allowing surgeons to operate patients precisely without considering medical planning problems. This controller is implemented numerically and the accuracy and errors of the results are analyzed. Simulation and analysis results demonstrate the excellent performance of this method and the feasibility of path planning in medical procedures. This could encourage further investigation towards motion planning on multi-segment continuum robots in the future.

**Keywords:** Continuum Robot, Path planning, Constant Curvature, Robot kinematics

### 1. Introduction

Continuum robots have become more and more popular and used for a wide range of applications in recent years. They are used for different purposes, including rescue [1], medical fields [2], [3], and industrial [4].

However, the continuum manipulators face challenges in motion planning, which is one of the most important tasks of robot manipulators, because of their redundancy resolution.

Several attempts have been made around planning safe Paths for continuum robots in recent years significant progress has been made in the motion planning of continuum robots by researchers especially when it comes to medical surgery. Li and Du (2013) proposed a method called a uniform bending scheme. In this method, closed-form inverse kinematics can be solved, and the backbone radius for each section is considered the same. In addition, all the bending motions are in the same plane [5]. Shahzad.K et al. presented the point-based Path Planning (PoPP) approaches to search all points without crashing with obstacles. However, these approaches mainly depend on the robot [6]. Milad Malekzadeh et al. presented a motion planning for a soft continuum robot, but that is not an appropriate medical application [7]. Girerd et al proposed a new method called "follow-the-leader", which describes a specific motion of a robot where their all backbone follows the path of the tip. This type of motion is required for some minimally invasive applications. In this method, they use a constant curvature approach combined with now possible tube design to offer efficient follow-the-leader behavior [8]. In 2017, Minhan Li et al. proposed a tendon-driven multi-segments CR the backbone of which was made up of helical springs [9]. Ibrahim A. Seleem et al. proposed a Demonstration-Guided Motion Planning (DGMP) framework that let continuum robots imitate a set of



given demonstrations to plan and execute point-to-point spatial motions [10], [11], [12]. Guangping He et al. presented a new method for motion planning of a continuum robot which is suitable for endoscopic operation [13]. Finally, An Imitation-based Pose Planning (IbPP) approach was proposed by Seleem et al. to teach a two-section continuum robot the motion primitives that will facilitate achieving and generalizing for spatial point-to-point motion which involves both positions and orientation goals encoded in a dual quaternion form.

In this paper, Kinematic and the motion planning of a one-segment continuum robot are investigated.

The paper is organized as follows. Section 2 describes the kinematics of the continuum manipulators by the constant curvature theory and damped least square approach for solving the motion planning problems of continuum manipulators for medical procedures. Section 3 the results of evaluating the damped least square approach are shown and discussed. Section 4 presents the conclusions of this paper.

## 2. Forward Kinematics

The flexible robots kinematic modeling is obtained with the assumption of the constant curvature with two independent mappings [14] and [15]. The first mapping from the joint space,  $Q$ , (the corresponding variables with the tendon-lengths) is to the configuration space (the corresponding variables with the arc parameters)  $v = [k \ \varphi \ l]^T$  which describes an arc with the constant curvature, and the second mapping from the configuration space is to the workspace, which indicates the situation of the robot tip.

Considering the trend of the forward kinematics calculations in the constant continuum robot, also the equal length of the robot in two modes constant continuum robot and variable continuum robot, with a general view of this type of robot forward kinematic calculations with the constant length will be equal to the variable length robot; therefore, forward kinematic results for the tow mentioned models will be equal.

The general mapping between the task space and the configuration space expresses the robot end effector coordinate system based on the base coordinate system by homogeneous transformation matrix [16]. If the robot rotates by the size of the angle  $\varphi$ , in the case that the end of the  $x_1$  vector lies in the bending plate related to the coordinate system of  $[x \ y \ z]^T$ , the figure (1) is obtained. According to this rotation, the transfer of the base segment to the end's segment of the micro-robot is obtained, using matrix (1).

To obtain the homogeneous transformation matrix, after circulating the arc around the axis of  $x$  on  $y - z$  plate in the direction of angle of  $\{\varphi\}$ , the rotation matrix equals to (2).

$$R_\varphi = \begin{bmatrix} \cos\varphi & -\sin\varphi & 0 \\ \sin\varphi & \cos\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$p_\varphi = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & R\cos\varphi(1 - \cos\alpha) \\ 0 & 1 & 0 & R\sin\varphi(1 - \cos\alpha) \\ 0 & 0 & 1 & R\sin\alpha \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

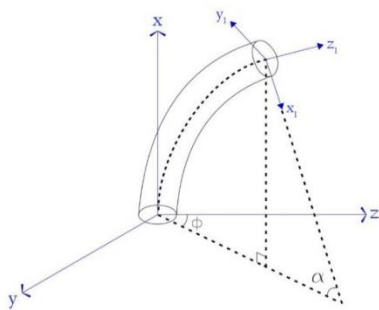


Figure 1. Continuum robot rotation with the angle in the base coordinate system

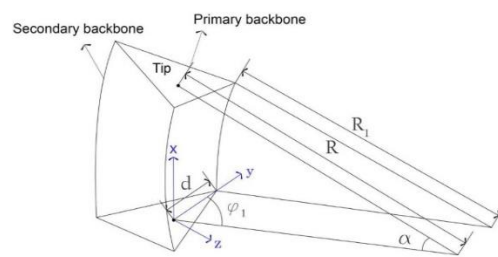


Figure 2. The introduced parameters in the continuum robot

In the second step, rotating the reference coordinate system around the axis  $y$  by the size of  $\{\alpha\}$ , the bending rotation can be computed (3).

Finally, rotating around the new axis  $z$  by the size of  $\{-\varphi\}$ , we can get the Jacobian matrix which relates the configuration space to the task space can be computed (4).

$$R_\varphi = \begin{bmatrix} \cos\alpha & 0 & \sin\alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\alpha & 0 & \cos\alpha \end{bmatrix} \quad (4) \quad R_\varphi = \begin{bmatrix} \cos\alpha & 0 & \sin\alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\alpha & 0 & \cos\alpha \end{bmatrix} \quad (3)$$

After multiplying the matrixes together, the final transformation matrix of the end disk toward the base disk for each segment will be in the form of the following equations (5) and (6), where  $R_{ot}$  is the end rotation matrix, and  $P$  is the end position of the robot.

$$T = \begin{bmatrix} R_z(\varphi) & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_y(\alpha) & p \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_z(-\varphi) & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{ot} & p \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$T = \begin{bmatrix} \cos^2\varphi(\cos kl - 1) + 1 & -\sin\varphi\cos\varphi(\cos kl - 1) & \cos\varphi\sin kl & \frac{\cos\varphi(1 - \cos kl)}{k} \\ \sin\varphi\cos\varphi(\cos kl - 1) & \cos^2\varphi(1 - \cos kl) + \cos kl & \sin\varphi\sin kl & \frac{\sin\varphi(1 - \cos kl)}{k} \\ -\cos\varphi\sin kl & -\sin\varphi\sin kl & \cos kl & \frac{\sin kl}{k} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

According to the transformation matrix (6), the position of the end effector of the robot will be equal to the transformation matrix last column, while in (6) equations, considering the limitation of the micro-robot bending and rotation, the angles are defined as follows:  $\varphi \in [0.2\pi], \alpha = (0, \pi)$ .

The general mapping between the joint space and the configuration space provides the relationship between the lengths of the tendons  $Q = (l_1, l_2, l_3)$ , and the arc parameters in question  $\varphi(q), k(q), l(q)$ , where  $(q)$  is the joint variable in the general state. Using the length and radius of the micro-robot curvature, we define the angle  $\alpha$  in the form of the equation (7).

$$R_i = R - \frac{2h}{3} \cos\varphi_i \quad (8) \quad \alpha = \frac{l_i}{R_i} = \frac{l}{R} = kl \quad (7)$$

Where  $l$  is the arc length, and  $R$  is the bending radius and  $k$  is curvature. Considering the figure (2), we can obtain the relationship between the bending radius and the radius of each one of backbone tendons by the equation of (8) in the form of the following equation (9).

$$R_i = R - d\cos\varphi_i \quad (9)$$

## 2.1 Model Reference Adaptive Control

In this part of the research, the design and implementation of the controller in the joint space are examined. The optimal path of the robot tip is expressed based on Equation (10-12). By time integration, we can find the corresponding velocity and position respectively.

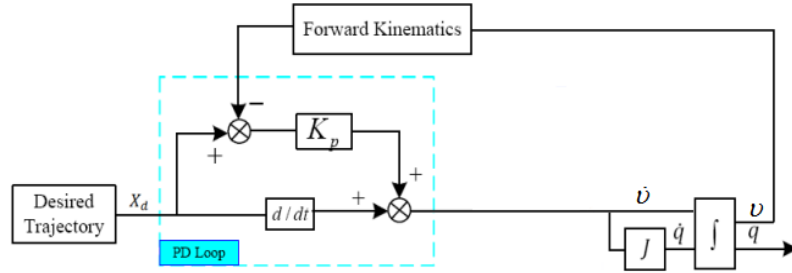


Figure 3. Conceptual diagram of the Adaptive Controller

Hence, in this research, a Jacobian-based kinematic control is used to incrementally find the cable lengths required to move the continuum robot over the given reference trajectory. The robot configuration velocity is obtained by [17]. The cables velocities  $\dot{v}$  are related to the robot tip velocity  $\dot{x}$  as follows

$$\dot{q} = J\dot{v} \quad (10)$$

$$\dot{v} = J^\dagger(v)\dot{x} \quad (11)$$

$$\dot{v} = J^\dagger(\dot{X}_d + K_p e) \quad (12)$$

In the equation,  $e = x_d - x$  is the position error of the robot end disk, and  $K_p \in R^{3 \times 3}$  is defined as a definite positive gain matrix and  $J^\dagger$  denotes the right pseudo-inverse of  $J$  since it is a non-square matrix. If the Jacobin matrix is not a full-dimensional matrix, it can be calculated from Equation (13).

$$J^\dagger = J^T (JJ^T)^{-1} \quad (13)$$

Also, due to the external disturbances and the model uncertainties that could exist, the gain  $K_p$  in (14) should be designed as an adaptation mechanism shown in [10].

$$K_p = \int_0^t \gamma_\alpha |e_2^T \bar{x}| dt \quad (14)$$

Where  $|e_2^T \bar{x}|$  represents the absolute value,  $\gamma_\alpha$  determines the rate of adaptation, while  $e_2 = x - \bar{x}$  denotes the difference between the desired reference  $\bar{x}$  and the actual behaviors of the system.

## 3. Results and Discussion

For designing of a controller for a continuum robot we need to design an optimal path for one-segment continuum robot. In this design, the goal is to follow a circular path on a radial plane. To design the path of the quadratic equation of 4 coefficients are expressed as follow equation (15). Motion generated from the pseudo inverse framework is expressed as a set of sampled position, and velocity, that the robot tip has to follow towards the goal.

$$G = -9.42e^{-4}t^4 + 1.26e^{-3}t^3 \quad (15)$$

$$X_d = 0.13 \quad Y_d = R \sin\left(\frac{G}{R}\right) \quad Z_d = R \sin\left(\frac{G}{R}\right) + 0.06$$

The robot tip trajectories in Cartesian coordinates were fed Jacobean-based controller with the aim to reproduce and generalize the observed motions. One example of the reproduced motion is shown in Fig.5.

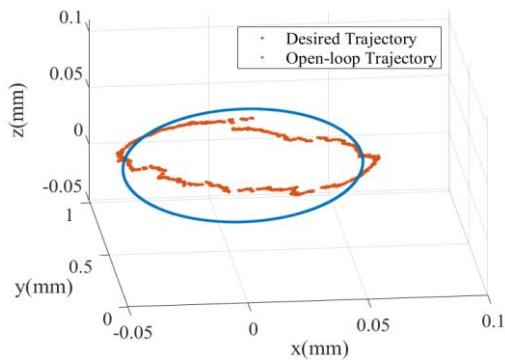


Figure 5. Tracking a circular path by the robot end effector

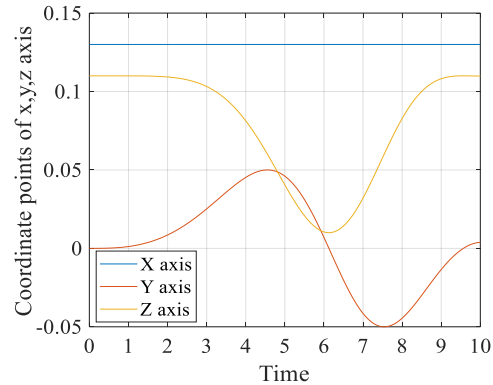


Figure 4. Desirable paths of the robot's tip among 10 sec

The proposed Jacobean-based controller framework is applied using the parameters in Table 1 to teach a one-section continuum robot how to plan for its spatial motions. A one-rod 40 mm flexible interface is used to demonstrate motions for a simulated one-section continuum robot via teleportation.

Table 1: The value of robot segment physical parameters and motion planning coefficients

| Parameters | Definition                             | value                            |
|------------|--|----------------------------------|
| $L_1$      | The length of continuum robot          | 40 mm                            |
| $R_d$      | The Radius of circular path            | 0.04 mm                          |
| $K_p$      | Positive definite gain matrix          | $10I_{3 \times 3}$               |
| $\gamma_a$ | Pseudo-inverse adaptation rate         | 0.25                             |
| $X_0$      | The initial condition of the workspace | $[0.3 \quad -0.009 \quad 0.1]^T$ |

The performance of the Jacobean-based controller has also evaluated towards tracking the generated motion. The error between the desired and the actual tip trajectory followed by the robot is shown in Fig. 6.

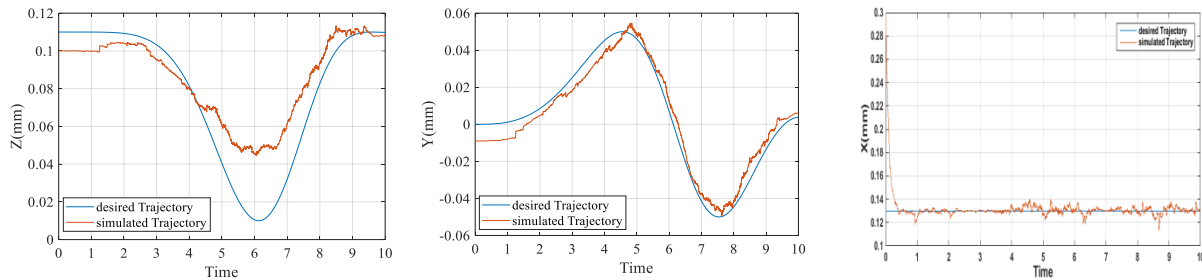


Figure 6. The error between the desired and the actual trajectory of the robot tip

Moreover, Fig. 7, one sees that the closed-loop system is exponentially stable at the end of the period and does not show any uncontrolled overshoots in the responses of the controlled variables.

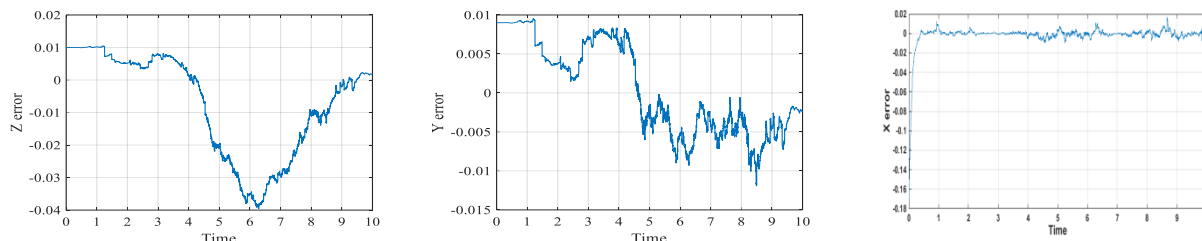


Figure 7. Tracking errors for robot tip in X,Y,Z direction

Combining Fig. 6 (motion planning results) with Figs. 4, 5, 6 (the responses of the closed-loop system), we believe that the motion planning method and the controller presented in this paper can be used in experiments in our future works.

#### 4. Conclusion

This paper presents a motion planning method for the one-segment continuum robot. The kinematics of the robot is modeled using the constant curvature method.

The present work focuses on how to calculate the Jacobian for task-space motion and how to use the Jacobian to drive the robot's end-effector in the desired direction. Given a goal location and starting position, our algorithm can follow a designed path to the goal. The results show the appropriate accuracy of the model in tracking the points given for medical procedures. As a part of future work, we plan to extend our approach to allow continuum robots to achieve more complex motions with loops and pauses. Definitely, a new close-loop controller and improve path planning and overcome these errors.

## REFERENCES

- [1] Wolf A, Brown HB, Casciola R, Costa A, Schwerin M, Shamas E, Choset H. A mobile hyper redundant mechanism for search and rescue tasks. In Proceedings 2003 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2003)(Cat. No. 03CH37453) 2003 Oct 27 (Vol. 3, pp. 2889-2895). IEEE..
- [2] Neuzil P, Cerny S, Kralovec S, Svanidze O, Bohuslavek J, Plasil P, Jehlicka P, Holy F, Petru J, Kuenzler R, Sediva L. Single-site access robot-assisted epicardial mapping with a snake robot: preparation and first clinical experience. *Journal of robotic surgery*. 2013 Jun;7(2):103-11.
- [3] Hong W, Xie L, Liu J, Sun Y, Li K, Wang H. Development of a novel continuum robotic system for maxillary sinus surgery. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*. 2018 Mar 22;23(3):1226-37.
- [4] Bogue R. Robots in the nuclear industry: a review of technologies and applications. *Industrial Robot: An International Journal*. 2011 Mar 8.
- [5] Li Z, Du R. Design and analysis of a bio-inspired wire-driven multi-section flexible robot. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. 2013 Apr 24;10(4):209.
- [6] Shahzad K, Iqbal S, Bloodsworth P. Points-based safe path planning of continuum robots. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. 2015 Jul 30;12(7):107.
- [7] Malekzadeh M, Queißer J, Steil JJ. Learning the end-effector pose from demonstration for the bionic handling assistant robot.
- [8] Girerd C, Rabenoroso K, Renaud P. Combining tube design and simple kinematic strategy for follow-the-leader deployment of concentric tube robots. In *Advances in Robot Kinematics 2016* 2018 (pp. 23-31). Springer, Cham.
- [9] Li M, Kang R, Geng S, Guglielmino E. Design and control of a tendon-driven continuum robot. *Transactions of the Institute of Measurement and Control*. 2018 Jul;40(11):3263-72.
- [10] Seleem IA, El-Hussieny H, Assal SF. Motion planning for continuum robots: A learning from demonstration approach. In *2018 27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) 2018* Aug 27 (pp. 868-873). IEEE.
- [11] Seleem I, El-Hussieny H, Assal S. Development of a demonstration-guided motion planning for multi-section continuum robots. In *2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) 2018* Oct 7 (pp. 333-338). IEEE.
- [12] Seleem IA, Assal SF, Ishii H, El-Hussieny H. Guided pose planning and tracking for multi-section continuum robots considering robot dynamics. *IEEE Access*. 2019 Nov 12;7:166690-703.
- [13] He G. Motion planning and control for endoscopic operations of continuum manipulators. *Intelligent Service Robotics*. 2019 Apr;12(2):159-66.
- [14] Jones BA, Walker ID. Kinematics for multisection continuum robots. *IEEE Transactions on Robotics*. 2006 Feb 6;22(1):43-55.
- [15] Webster III RJ, Jones BA. Design and kinematic modeling of constant curvature continuum robots: A review. *The International Journal of Robotics Research*. 2010 Nov;29(13):1661-83.
- [16] Tian Y, Luan M, Gao X, Wang W, Li L. Kinematic analysis of continuum robot consisted of driven flexible rods. *Mathematical Problems in Engineering*. 2016 Jan 1;2016.
- [17] Chiacchio P, Chiaverini S, Sciavicco L, Siciliano B. Closed-loop inverse kinematics schemes for constrained redundant manipulators with task space augmentation and task priority strategy. *The International Journal of Robotics Research*. 1991 Aug;10(4):410-25.

## COMBINED THERAPY OF MARSUPIALIZATION AND ENUCLEATION IN THE TREATMENT OF LARGE RADICULAR CYST

### BÜYÜK RADİKÜLER KİSTİN TEDAVİSİNDE MARSUPIALİZASYON VE ENÜKLEASYONUN KOMBİNE TEDAVİSİ

**Gökhan GÜRSES**

Dr. Öğr. Üyesi, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

**Ali AKÇAKAYA**

Arş. Gör., Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

#### ABSTRACT

Radicular cysts are the most common inflammatory cystic lesions affecting the jaws. They usually progress without symptoms and tend to grow slowly, unless they get infected or expand. Thus, these lesions are diagnosed during routine radiographic examinations. After the true cyst diagnosis is made histopathologically, clinically and radiographically, treatment planning should be done. Treatment of radicular cysts includes root canal treatment or surgical treatment including enucleation, marsupialization or decompression. There is no consensus among physicians in the surgical treatment of especially large radicular cysts. The aim of all treatments is to remove the cyst completely and without complications. Enucleation has some disadvantages such as the possibility of damaging important anatomical structures and postoperative complications. Marsupialization is a non-aggressive treatment and minimizes complications related to adjacency and size. This case report presents the surgical treatment of a large radicular cyst placed right posterior mandible with enucleation after marsupialization. The shrinkage of the cyst was followed by radiographs during the treatment and follow-up period. When the size of the cyst was reduced to a level where there was no risk of pathological mandible fracture or adjacent nerve injury, enucleation was performed.

In conclusion, the combined use of marsupialization and enucleation therapy is a successful option in the treatment of large radicular cysts.

**Key words:** marsupialization, cyst, enucleation

#### ÖZET

Radiküler kistler çeneleri etkileyen en yaygın inflamatuvar kistik lezyonlardır. Enfekte olmadıkça ve ya yayılmadıkça genellikle semptomsuz ilerlerler ve yavaş büyüme eğilimindedirler. Böylece bu lezyonlar rutin radyografik kontroller sırasında teşhis edilirler. Histopatolojik, klinik ve radyografik olarak gerçek kist tanısı konulduktan sonra tedavi planlaması yapılmalıdır. Radiküler kistlerin tedavisi, kanal tedavisi, enükleasyon, marsupyalizasyon, dekompresyon cerrahi operasyonu içerebilir. Özellikle büyük radiküler kistlerin cerrahi tedavisinde hekimler arasında tam bir görüş birliği yoktur. Bütün tedavilerde amaç kistin tamamen ve komplikasyonsuz olarak çıkarılmasıdır. Enükleasyonun önemli anatomik yapılara zarar verme olasılığı ve postoperatif komplikasyonlar gibi dezavantajları vardır. Marsupyalizasyon agresif olmayan bir tedavidir ve komşuluk ve boyutla ilgili komplikasyonları en aza indirir. Bu vaka raporu, sağ arka mandibula bölgesinde bulunan büyük bir radiküler kistin marsupyalizasyonun ardından enükleasyon ile cerrahi tedavisini sunmaktadır. Tedavi ve takip sürecinde radyografiler ile kistin küçülmesi takip edilmiştir. Kistin boyutu patolojik çene kırığı veya komşu sinir yaralanması riskinin olmadığı seviyeye kadar küçülünce enükleasyon yapılmıştır.

Sonuç olarak marsupyalizasyon ve enükleasyon tedavisinin kombine kullanılması büyük radiküler kistlerin tedavisinde başarılı bir seçenektir.

**Anahtar kelimeler:** Marsupyalizasyon, enükleasyon, kist

## INTRODUCTION

Radicular cysts are the most common inflammatory cystic lesions affecting the jaws and account for about half of the cystic lesions in the jaws[1][2]. It is related to the root apex of a tooth that has erupted into the mouth. It is caused by tooth decay or trauma-related devital pulp[3]. Radicular cysts generally tend to grow slowly. They usually expand towards the buccal or palatine in the maxilla and mostly in the buccal direction in the mandible[3][4]. They usually progress without symptoms unless they are infected or expansile. Thus, these lesions are diagnosed during routine radiographic controls. Therefore, radicular cysts rarely reach large sizes[5]. The definitive diagnosis of the true cyst can only be made by histological evaluation, under the guidance of clinical and radiographic examinations. Treatment of radicular cysts includes root canal treatment or surgical treatment including enucleation, marsupialization or decompression. There are opinions among physicians that radicular cysts are self-sustaining and continue to be permanent regardless of complete clearance of the microbiota within the canal[6]. Surgical intervention can be considered inevitable for such cases. While planning the treatment, the size and location of the lesion, its proximity to adjacent anatomical structures and the general health status of the patient should be carefully evaluated. While the enucleation procedure involves cystectomy, i.e. the complete removal of the cyst, the marsupialization procedure is a more conservative method and aims to shrink the cyst cavity over time. It is especially advantageous for large cysts as there is no aggressive treatment[7]. With the marsupialization protocol, a window is opened in the cyst wall to reduce intracystic pressure in order to reduce and treat large-sized cystic lesions. Partsch was the first to come up with this view[8]. It is possible to do this procedure in two different ways. First, the cyst epithelium can be sutured to the oral mucosa in the window opened in the cyst wall. Another one is to preserve the opening by placing a drainage tube, stent or tampon into the opened window. In these two similar methods, it is aimed to become the continuation of the cyst cavity and the oral cavity.

In our case, a combined method of marsupialization and enucleation of a large-volume radicular cyst is presented.

## CASE REPORT

A 52-year-old male patient was admitted to our clinic with complaints of mild swelling and pain on the right side of the mandible for 1 week. He has controlled type 1 diabetes. In his dental history, it was learned that he had not had panoramic radiography for many years. In the intraoral examination, it was observed that there was a small root fragment in the mandibular right molar region and expansion in the buccal side. There was no evidence of infection in the mouth and lymphadenopathy was not detected. In the radiological examination, a wide radiolucent lesion with 5 cm diameter, extending to the mandible basis, associated with the small root fragment, was observed in the panoramic radiography (Figure 1). In CBCT, it was observed that the mandibular canal was not clearly observed within the borders of the lesion. But the patient did not have any complaints of paresthesia. Considering the location, size and relationship of the lesion with the mandibular canal, it was decided to start the treatment with the marsupialization protocol. During the surgical phase, after the root piece was extracted under local anesthesia, the extraction socket was widened for reaching the lesion clearly. A sample was taken from the epithelium and sent for histopathological examination. The bone cavity was irrigated. A tampon impregnated with nitrofurazone containing ointment was placed at the opening of the cavity in order to maintain the opening and maintain the continuity of the cyst cavity and oral cavity. Two times a week control and irrigation was applied. A diagnosis of radicular cyst was made with histopathological evaluation and marsupialization protocols continued. Control radiographs taken during this period showed that the cyst tended to gradually shrink from the mandible basis upwards. During this period, the patient did not experience any symptoms such as paresthesia or infection. The reduction in the cyst was at the desired level in the 3rd and 6th months (Figure 2,3), and the radiograph taken at the 9th month showed that it remained stable compared to the previous ones (Figure 4). At this stage, it was thought that there was no possibility of damaging the



mandibular canal and a pathological fracture of the mandible, and it was decided to enucleate the remaining lesion. In the second surgical operation, the lesion was completely removed under local anesthesia and the area was primarily sutured. The piece removed was sent for histopathological evaluation. The result was once again a radicular cyst. In the follow up period, it was observed that the wound was completely healed.

## DISCUSSION

Radicular cysts are odontogenic cysts that originate from epithelial residues in the periodontal ligament as a result of pulpal inflammation[9]. As a result of inflammation, the pulp becomes devital and the cystic lesion develops at the apical of the tooth. Radicular cysts usually progress without symptoms unless they are infected or expansile so they can reach large sizes[5]. Many factors should be considered when determining the treatment options for these cysts. The enucleation is generally recommended for cysts less than 3 cm in diameter. There is no consensus on the treatment of wider cysts. Another criteria which affects treatment protocol is histopathological evaluation. In aggressive types such as odontogenic keratocysts, surgeons generally prefer an aggressive treatment protocol. The aim of all of these methods is to remove the cyst with the least complication[7]. Enislidis et al. reported that the best method to decide on the treatment protocol is based on the histopathological result after biopsy[7].

It is stated in the literature that marsupialization will be advantageous in the treatment of cysts that have reached large sizes as in our case, due to the high probability of complications in enucleation[10]. Anavi et al. listed the most important advantages of marsupialization treatment as follows: gradual reduction of the cyst with the reduction of cystic pressure, preservation of oral tissues, prevention of tooth extraction by keeping the relevant tooth in the mouth, not damaging important anatomical structures such as mandibular canal, maxillary sinus, developing teeth, avoidance and low recurrence rate[11]. However, the success of marsupialization treatment depends on both the physician and the patient. The patient should be informed about the length of the treatment process and come to regular controls. At the same time, it should be warned about the protection and cleaning of drainage areas[12]. One of the most important disadvantages of marsupialization treatment is that the cyst epithelium taken for biopsy is a small sample and it can be misdiagnosed as a result of histopathological evaluation[13]. Another important disadvantage is that the lesion tissue remains in the area during follow-up[14]. Although histopathological evaluation is mandatory in some cases, it has been reported that the remaining cyst tissue can be aggressive. Studies have shown that ameloblastoma or epidermoid carcinoma developed from the cyst wall during or after the marsupialization[15]. Considering such situations, it is thought that alone marsupialization treatment should not be a treatment option and the cyst should be completely removed after a while. Since the histopathological examination result was radicular cyst and the lesion reached a size that would leave a very thin bone at the base of the mandible, it was decided to start treatment with marsupialization. Marsupialization procedures were performed for 9 months with good patient cooperation. Then, the enucleation of the cyst was performed.

As a result, enucleation is a good treatment option after marsupialization in the treatment of a cystic lesion that has reached a large size and has no bad prognosis as a result of biopsy, as long as patient compliance is also good.

## REFERENCES

1. Johnson NR, Gannon OM, Savage NW, Batstone MD. Frequency of odontogenic cysts and tumors: a systematic review. *J Investig Clin Dent*. 2014;5: 9–14.
2. Nunez-Urrutia S, Figueiredo R, Gay-Escoda C. Retrospective clinicopathological study of 418 odontogenic cysts. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*. 2010. pp. e767–e773. doi:10.4317/medoral.15.e767
3. Morgenroth K, Philippou S. *Oralpathologie II*. Springer-Verlag; 1998.
4. Kruger GO. *Textbook of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1984.
5. Sagit M, Guler S, Tasdemir A, Somdas MA. Large Radicular Cyst in the Maxillary Sinus. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2011. pp. e64–e65. doi:10.1097/scs.0b013e318231e3b1
6. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF, Abdelsayed RA. Prevalence of Ciliated Epithelium in Apical Periodontitis Lesions. *Journal of Endodontics*. 2014. pp. 476–483. doi:10.1016/j.joen.2013.12.014
7. Enislidis G, Fock N, Sulzbacher I, Ewers R. Conservative treatment of large cystic lesions of the mandible: a prospective study of the effect of decompression. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2004. pp. 546–550. doi:10.1016/s0266-4356(04)00152-4
8. Pogrel MA, Anthony Pogrel M. Treatment of Keratocysts: The Case for Decompression and Marsupialization. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2005. pp. 1667–1673. doi:10.1016/j.joms.2005.08.008
9. Koparal M, Alan HT, Gündüz DT, Gülsün B, Erdoğan İH, İçen V, et al. Conservative Treatment of Large Cystic Lesions of the Mandible: Two Case Reports. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences Cases*. 2015. pp. 285–289. doi:10.5336/dentalcase.2015-48263
10. Mejia JL, Donado JE, Basrani B. Active nonsurgical decompression of large periapical lesions--3 case reports. *J Can Dent Assoc*. 2004;70: 691–694.
11. Anavi Y, Gal G, Miron H, Calderon S, Allon DM. Decompression of odontogenic cystic lesions: clinical long-term study of 73 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112: 164–169.
12. Martin SA. Conventional endodontic therapy of upper central incisor combined with cyst decompression: a case report. *J Endod*. 2007;33: 753–757.
13. Neville BW, Damm DD, Allen CM, Chi AC. *Color Atlas of Oral and Maxillofacial Diseases - E-Book*. Elsevier Health Sciences; 2018.
14. Matijevic S, Jovicic B, Bubalo M, Dukic S, Cutovic T. Treatment of a large radicular cyst - enucleation or decompression? *Vojnosanitetski pregled*. 2015. pp. 372–374. doi:10.2298/vsp1504372m
15. Garcia AG, Rey JM, Prat PA. Endoscopy of mandibular cysts after cystostomy: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg*. 1998;56: 169–170.

## ISOLATED ALVEOLAR FRACTURE: A RARE CASE REPORT

### İZOLE ALVEOLAR KIRIK: NADİR VAKA RAPORU

**Gökhan GÜRSES**

Dr. Öğr. Üyesi, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

**Ali AKÇAKAYA**

Arş. Gör., Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

(Sorumlu Yazar)

#### ABSTRACT

Alveolar process fractures are often presented as a complex injury that includes tooth, alveolar bone, periodontal ligament, and pulp. This type of fracture has only a 3% share among all maxillofacial traumas. Most affected teeth are the anterior ones due to their traumatic location and only have a lip to cushion. In this case report, we present an isolated mandibular alveolar fracture because of falling and rehabilitated with two implants.

A 53-year-old male applied to our clinic for the mobility of his mandibular anterior teeth. He stated that mobility started yesterday after his fall which was caused by the curb. According to the patient's report, when he fell, he hit his right cheek on the ground but his anterior teeth and alveolar process were fractured. Considering that two prostheses were in the patient's mouth during the accident, this can be explained by the fact that the impact force coming to the right cheek is transferred to the anterior region by the prosthesis and causes this injury. The affected dentoalveolar segment was removed due to its bad prognosis expectation. Two implants were placed for implant-supported overdenture. There was no complication during the healing period.

In injuries involving more than one tooth, it should be evaluated whether the capacity of the affected segment will be sufficient to function after the treatment.

**Keywords:** trauma, dentoalveolar fracture, implant

#### ÖZET

Alveoler kemik kırıkları genellikle diş, alveolar kret, periodontal ligament ve pulpayı içeren kompleks yaralanmalardır. Tüm maksillofasiyal kırıklar içerisinde %3'lük bir orana sahiptirler. Sadece dudakların tampon görevi yapabildiği anterior dişler en çok etkilenen dişlerdir. Bu vaka raporunda düşme sonucu oluşan ve iki implant ile rehabilite edilen bir izole alveol kırığını sunmaktayız.

53 yaşındaki erkek hasta, bir gün önce düşmesi sonrası oluşan mandibula anterior dişlerindeki mobilite nedeniyle kliniğimize başvurdu. Hastanın anlatımına göre, kaldırırma takılarak düşmüş ve sağ yanağını yere vurmuş olmasına rağmen mandibula anterior bölgedeki dişler ve alveolar kemik kırılmıştır. Hastanın hareketli protezlerinin ağzında olduğu göz önünde bulundurulduğunda, düşme kaynaklı oluşan kuvvet mandibular protez ile anterior bölgeye taşınmış ve bu bölgede bir yaralanma oluşturmuştur. Etkilenmiş dentoalveolar parça kalan dişlerle beraber iyi bir prognoz beklenmediği için cerrahi olarak çıkarılmıştır. İmplant destekli overdenture için anterior bölgeye iki adet implant yerleştirilmiştir. İyileşme sürecinde herhangi bir komplikasyon izlenmemiştir.

Birden fazla diş içeren yaralanmalarda, tedavi sonrasında etkilenen segmentin kapasitesinin işlev görmeye yetip yetmeyeceği değerlendirilmelidir.

**Anahtar kelimeler:** travma, dentoalveolar kırık, implant

## INTRODUCTION

Isolated alveolar fractures are rare and complex injuries[1]. Alveolar fractures may be classified into two types. The first type is limited to the area of a single tooth. The second one can be defined as regional and is usually easier to notice since the entire dentoalveolar segment is dislocated[2]. Alveolar process fractures are often presented as a complex injury that includes tooth, alveolar bone, periodontal ligament, and pulp[3]. In an intra-oral examination, one or more teeth may be affected.

The most important reason for not having much information about this injury in literature is a rare occurrence. According to a study that was handled in a trauma center, it has only a %3 share[4] among all maxillofacial traumas. Although many factors are shown among the causes of this injury, the most common is violence at young ages, falling at older ages[3]. Most affected teeth are the anterior teeth due to their traumatic location and they only have a lip to cushion. Isolated alveolar fractures are classified by AOCMF due to edentulism, displacement, and combining with another fracture line[5].

Treatment of complex dentoalveolar fractures is generally challenging. An appropriate, timely diagnosis, correct approach, and follow-up play an important role in success[6]. Injuries in the maxilla anterior region may cause a bone deficiency in the future, which may lead to maxillary retrognathism and rehabilitation difficulties[7].

In this case report, we present an isolated mandibular alveolar fracture because of falling and rehabilitated with two implants.

## CASE REPORT

A 53-year-old male applied to our clinic for the mobility of his mandibular anterior teeth. He stated that mobility started yesterday after his fall which was caused by the curb. Although the patient claimed to have hit his right cheek on the ground when he fell, no evidence such as contusion or hematoma was found in the extraoral examination. Pain and tenderness were not found in the palpation of the facial bones, except for the right mandibular corpus and mandibular anterior. No abnormality was observed in mandibular integrity.

Only mandibular five anterior teeth were seen in the intraoral examination, the other teeth were missing. The patient used a removable prosthesis for both jaws. The maxillary prosthesis was removable total prosthesis, mandibular one was type Kennedy I. No step defect was observed in the mandibula on palpation. A hemorrhagic line surrounding all remaining teeth and the alveolar process was mobile at the region of the mandibular incisor. This mobile segment includes remaining teeth and alveolar processes. There was no other abnormality in the intraoral examination.

Corpus, ramus, and condyle were evaluated with a panoramic radiograph. There was no fracture line or another abnormality. The mandibular anterior region was not able to for examination because of distortion on the radiograph.

According to the patient's report, when he fell, he hit his right cheek on the ground but his anterior teeth and alveolar process were broken. Considering that two prostheses were in the patient's mouth during the accident, this can be explained by the fact that the impact force coming to the right cheek is transferred to the anterior region by the prosthesis and causes injury in the anterior region.

It was decided to extract the remaining mandibular teeth due to their prognosis. And remove the alveolar crest segment surgically. During the surgical operation when these procedures will be performed, it was decided to place two implants for rehabilitation with overdenture.

No complications were seen during or after surgery. 3 months later, the patient was rehabilitated with overdenture.

## DISCUSSION

Dentoalveolar fractures are common in maxillofacial traumas. Studies indicate the incidence between 2% to %31[8,9]. Etiology is different in particular countries. Violence is the most common cause in Denmark, car accidents in Switzerland, and bicycle accidents in Austria[3,10,11].

Although alveolar bone fractures can be seen at any age, they are more common especially in the first and second decades[12]. Even mean age was stated as 18[13]. As the causes of trauma vary between cultures, there are important differences between ages. Adults are usually injured because of fights, work-related traumas, and motor vehicle crashes while children suffer from sport-related injuries and child abuse[14,15].

The causes of dentoalveolar fractures have a wide range as their treatment methods. The treatment could include arch bars, wiring, orthodontic bands, metallic or acrylic cap splints[2]. The protocol of alveolar fracture management indicates 4-6 week fixation[16]. But treatment methods also range from the only follow-up to radical surgery. Because dentoalveolar injuries range from enamel crack to alveolar fracture. The treatment option is determined by the injury type, not by the causes. Before planning treatment, age, dentition type, treatment duration, patient cooperation, injury location, supporting bone status and periodontal health should be considered. In our case, we remove the fractured part because of bad prognosis expectations.

Early treatment of a dentoalveolar trauma is so important for the prognosis of relevant teeth. Isolated alveolar fractures are usually referred to medical doctors to manage, but dentists are the consultant of these kinds of injuries. Proper referral of the patient will reduce bone loss, increase the survival of the tooth and also save the patient from prosthesis costs[2].

In our case, we chose radical surgery for the treatment method. Because there was not enough supporting bone around the remaining teeth. Even if it was fixed with titanium plates and good recovery was achieved, it would not be able to support the removable prosthesis.

## CONCLUSION

In injuries involving more than one tooth, it should be evaluated whether the capacity of the affected segment will be sufficient to function after the treatment.

## REFERENCES

1. Andreasen JO. Challenges in clinical dental traumatology. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1: 45–55.
2. Gutmacher Z, Peled E, Norman D, Lin S. Alveolar Bone Fracture: Pathognomonic Sign for Clinical Diagnosis. *Open Dent J.* 2017;11: 8–14.
3. Lauridsen E, Gerds T, Andreasen JO. Alveolar process fractures in the permanent dentition. Part 2. The risk of healing complications in teeth involved in an alveolar process fracture. *Dent Traumatol.* 2016;32: 128–139.
4. Borum MK, Andreasen JO. Therapeutic and economic implications of traumatic dental injuries in Denmark: an estimate based on 7549 patients treated at a major trauma centre. *Int J Paediatr Dent.* 2001;11: 249–258.
5. Cornelius C-P, Audigé L, Kunz C, Rudderman R, Buitrago-Téllez CH, Frodel J, et al. The Comprehensive AOCMF Classification System: Mandible Fractures-Level 3 Tutorial. *Craniofacial Trauma Reconstr.* 2014;7: S031–43.
6. Olsburgh S, Jacoby T, Krejci I. Crown fractures in the permanent dentition: pulpal and restorative considerations. *Dent Traumatol.* 2002;18: 103–115.
7. Berman LH, Blanco L, de Blanco LP, Cohen S. *A Clinical Guide to Dental Traumatology.* Mosby/Elsevier; 2007.
8. Iida S, Matsuya T. Paediatric maxillofacial fractures: their aetiological characters and fracture patterns. *J Craniofacial Surg.* 2002;30: 237–241.
9. Andreasen JO, Andreasen FM. Classification, etiology and epidemiology. *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth.* 1994;3: 151–179.

10. Freihofer HPM. Ergebnisse der Behandlung von Alveolarfortsatzfrakturen. Schweiz Mschr Zahnheilk. 1969.
11. Gassner R, Tuli T, Emshoff R, Waldhart E. Mountainbiking--a dangerous sport: comparison with bicycling on oral and maxillofacial trauma. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1999;28: 188–191.
12. Motamedi MHK. An assessment of maxillofacial fractures: a 5-year study of 237 patients. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003;61: 61–64.
13. Lin S, Levin L, Goldman S, Peled M. Dento-alveolar and maxillofacial injuries - a retrospective study from a level 1 trauma center in Israel. *Dent Traumatol.* 2007;23: 155–157.
14. Gassner R, Tuli T, Hächl O, Rudisch A, Ulmer H. Cranio-maxillofacial trauma: a 10 year review of 9,543 cases with 21,067 injuries. *J Craniomaxillofac Surg.* 2003;31: 51–61.
15. Olson RA, Fonseca RJ, Zeitler DL, Osbon DB. Fractures of the mandible: a review of 580 cases. *J Oral Maxillofac Surg.* 1982;40: 23–28.
16. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol.* 1995;11: 76–89.

## % 2 ÇİNKOKLORÜRLÜ NANOBALONCUKLU LİPOZOMLAR: BAKTERİYEL ENFEKSİYONLARLA MÜCADELEDE YENİ BİR ÇIKIŞ YOLU MU?

2% ZINCCHLORIDE NANOBUBBLE LIPOSOMES: A NEW ROUTE TO FIGHT BACTERIAL INFECTIONS?

**M.Ertan GÜNEŞ**

Öğr. Gör. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi Teknik Bilimler MYO,  
(Sorumlu Yazar)

**Perihan Erkan ALKAN**

Öğr. Gör. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO,

**A.Ümit SABANCI**

Dr., T.C. Sağlık Bakanlığı Bursa İl Sağlık Müdürlüğü Çekirge Devlet Hastanesi,

**Cüneyt ÖZAKIN**

Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı,

Ozon oldukça etkili antivirütük ve antibakteriyel bir ajandır. Ancak gaz halinde stabil değildir. Çalışmanın hipotezi, ozonun doymamış yağ içeren taşıyıcılar içerisinde nanobaloncuklar halinde stabilitesini arttırmaktır. Yine antibakteriyel etkinliği nedeniyle bir çok kozmetik üründe de kullanılan çinko ile nano baloncuklu ozon solüsyonu kombine edilerek antibakteriyel etkinliği yüksek bir ürün elde edilmesi amaçlanmıştır. % 2 çinkoklorürlü nanobaloncuklu lipozom solüsyonunun, CLSI M07 A9 standart test yöntemi ile antibakteriyel testleri yapılmış ve solüsyonun Minimal İnhibisyon Konsantrasyon (MİK) değeri ve zamana bağlı etkisi belirlenmiştir. Nanopartikül lipozom solüsyonunun kararlılık testi için ise ASTM F 1980 standardına göre, bir yıllık stabilite karşılığı olarak 37 gün ve 55 °C’ de test edilmiştir. %2 çinkoklorürlü nano baloncuklu lipozom solüsyonunun minimal inhibisyon konsantrasyonu (MİK) *Escherichia coli* (ATCC 25922) ve Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) (ATCC 12493) suşları için 1.562 ppm olarak saptanmıştır. % 2 çinkoklorürlü nanobaloncuklu lipozom solüsyonunun 2000 ve 1750 ppm konsantrasyonlarının *Staphylococcus aureus* (ATCC 12493) üzerindeki antibakteriyel etkinliği 1. saat itibari ile başladığı tespit edilmiştir. Solüsyonun 2000 ppm’lik konsantrasyonu, *Escherichia coli* (ATCC 25922) suşu üzerinde 2. dakikadan itibaren inhibisyon etkisini göstermiştir. ASTM F 1980 standardına göre, bir yıllık stabilite testlerinde nanopartikül lipozom solüsyonunun etkinliğini koruduğu tespit edilmiştir. Çalışmamız yeni geliştirilen solüsyonun uzun süre etkinliğini koruduğunu ve antibakteriyel bir ajan olarak farklı alanlarda kullanılabileceğini göstermiştir. Üretilen nano baloncuklu ozon solüsyonu için TR201804452A2 numarası ile patent başvurusu yapılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Lipozom Ozon, Çinkoklorür, Antibakteriyel Etki, Stabilite

### ABSTRACT:

Ozone is a highly effective antiviral and antibacterial agent. However, it is not stable in its gaseous state. The hypothesis of the study focuses on the possibility of increasing the stability of ozone by the use of nanobubble carriers containing unsaturated oils. The aim of the study is to obtain a product with high antibacterial activity by combining the nanobubble ozone solution with zinc, a compound widely used by the cosmetics industry due to its inherently high antibacterial effects. 2% zincchloride nanobubble solutions are tested for their antibacterial activity by using CLSI M07 A9 standard testing methodology. The solutions’ Minimum Inhibitory Concentration (MIC) value and time-dependent antibacterial activity are determined. Nanobubble liposome solutions stability tests are carried out according to ASTM F 1980 standards, at 55 °C for 37 days as a one-year stability equivalent. The MIC value of the

2% zincchloride nanobubble solution is estimated to be 1.562 ppm on for *Escherichia coli* (ATCC 25922) and Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) (ATCC 12493) strains. It is recorded that 2000 and 1750 ppm concentrations of 2% zincchloride nanobubble solution on *Staphylococcus aureus* (ATCC 12493) strains initiated antibacterial activity as of the first hour. 2000 ppm concentrations of the solution exhibited inhibitory effects on the *Escherichia coli* (ATCC 25922) strains starting from the 2<sup>nd</sup> min. It is observed that the nanobubble liposome solution retained its antibacterial effectiveness in one-year stability tests, according to the ASTM F 1980 standards. The study shows that the newly developed nanobubble solution sustains its antibacterial effectiveness for a long period and may be used in multiple areas as an antibacterial agent. A patent application for the nanobubble liposome solution is filed under the number TR201804452A2.

**Keywords:** Liposome Ozone, Zincchloride, Antibacterial Effect, Stability

### Amaç:

Çalışmamızda TR201804452A2 patent başvuru numaralı çinkoklorürlü nanopartikül lipozom molekülü kullanılmış ve Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MİK) 1562 ppm olarak bulunmuştur. ASTM F 1980 standardına göre, bir yıllık stabilite karşılığı olarak 37 gün ve 55 oC’ de bekletilmiş nanopartikül lipozom solüsyonunun etkinliğini koruduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızla hedeflenen, yeni geliştirilen solüsyonun uzun süre etkinliğini koruduğunu ve antibakteriyel bir ajan olarak farklı alanlarda kullanılabileceğini göstermektedir.

### Materyal ve Method:

Standart ozonlama mekanizmalarından farklı bir teknikle geliştirilmiş olan % 2 çinkoklorürlü nanopartikül lipozom solüsyonunun, CLSI M07 A9 (Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard) standart test yöntemi ile antibakteriyel testleri yapılmış ve solüsyonun Minimal İnhibitör Konsantrasyon (MİK) değeri ve zamana bağlı etkisi belirlenmiştir. Nanopartikül lipozom solüsyonunun kararlılık testi için ise ASTM F 1980 standardına göre, bir yıllık stabilite karşılığı olarak 37 gün ve 55 °C’ de bekletilmiştir.

### Bulgular-Sonuç:

Nanopartiküler ozon solüsyonunun MİK’i CLSI M07 A9 (Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard) standart test yöntemi ile Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) (ATCC 12493) ve *Escherichia coli* (ATCC 25922) suşları için 1.562 ppm olarak saptanmıştır. *Staphylococcus aureus* (ATCC 12493) için 1. saat itibari ile 2000 ve 1750 ppm % 2 çinkoklorürlü nanopartikül lipozom solüsyonu konsantrasyonunda etkinliğin başladığını, *Escherichia coli* (ATCC 25922) suşu için ise 2000 ppm nanopartiküler ozon solüsyonu konsantrasyonunda 2. dakikada etkinliğin başladığı saptanmıştır (Tablo 1). Solüsyon etkinlik açısından ASTM F 1980 standardına göre 1 yılın sonunda etkinliğini sürdürdüğü tespit edilmiştir.

Tablo 1. Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (ATCC 12493), *Escherichia coli* (ATCC 25922) bakterilerinin, farklı ppm düzeylerindeki ve farklı sürelerdeki testleri.

| 2000 ppm %2 çinkoklorürlü nanopartikül lipozom<br><i>S. aureus</i> (ATCC 12493) |          |          |          |          |          |         |         |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Zaman   | 2000 ppm | 1750 ppm | 1500 ppm | 1250 ppm | 1000 ppm | 750 ppm | 500 ppm |
| 2. dk   | +        | +        | +        | +        | +        | +       | +       |
| 10.dk   | +        | +        | +        | +        | +        | +       | +       |
| 30.dk   | +        | +        | +        | +        | +        | +       | +       |
| 1.saat  | -        | -        | azalma   | azalma   | azalma   | +       | +       |
| 2.saat  | -        | -        | -        | -        | -        | -       | -       |
| 3.saat  | -        | -        | -        | -        | -        | -       | -       |
| 4.saat  | -        | -        | -        | -        | -        | -       | -       |
| 5.saat  | -        | -        | -        | -        | -        | -       | -       |
| 6.saat  | -        | -        | -        | -        | -        | -       | -       |



| 2000 ppm %2 çinkoklorürlü nanopartikül lipozom<br><i>Escherichia coli</i> (ATCC 25922) |          |          |          |          |          |        |         |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|--------|---------|
| Zaman  | 2000 ppm | 1750 ppm | 1500 ppm | 1250 ppm | 1000 ppm | 750ppm | 500 ppm |
| 2. dk  | azalma   | +        | +        | +        | +        | +      | +       |
| 10.dk  | -        | azalma   | azalma   | azalma   | +        | +      | +       |
| 30.dk  | -        | -        | -        | -        | azalma   | +      | +       |
| 1.saat   | -        | -        | -        | -        | -        | -      | +       |
| 2.saat   | -        | -        | -        | -        | -        | -      | -       |
| 3.saat   | -        | -        | -        | -        | -        | -      | -       |
| 4.saat   | -        | -        | -        | -        | -        | -      | -       |
| 5.saat   | -        | -        | -        | -        | -        | -      | -       |
| 6.saat   | -        | -        | -        | -        | -        | -      | -       |

Çalışmamız yeni geliştirilen solüsyonun uzun süre etkinliğini koruduğunu ve antibakteriyel bir ajan olarak farklı alanlarda kullanılabileceğini göstermiştir. Ürünün biyogüvenlik testleri sürdürülmektedir. Bu aşamadan sonra dezenfektan olarak kullanım izinleri ve cilt enfeksiyonlarına yönelik ürün çalışmaları sürdürülecektir.

#### **Kaynaklar:**

1. Astm, F. 1980. Standard Guide for Accelerated Aging of Sterile Barrier Systems for Medical Devices.
2. Cirlini, Martina, A. Caligiani, G. Palla, and P. Tortini. 2012. "Stability Studies of Ozonized Sunflower Oil and Enriched Cosmetics with a Dedicated Peroxide Value. *Determination.*" *Science. Engineering.* 40–59-S. 34:293–99.
3. CLSI. 2015. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically, Approved Standard — Tenth Edition. CLSI document M07-A10.
4. Sharma, M, and JB. Hudson. 2008. "Ozone Gas is an Effective and Practical Antibacterial Agent." *American Journal of Infection Control* 36 (8): p. 559–563. doi:10.1016/j.ajic.2007.10.021

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЖХ В СООТВЕТСТВИИ С ФАРМАКОПЕЙНЫМИ  
ТРЕБОВАНИЯМИ КАЗАХСТАНСКОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО  
СЫРЬЯ - ПИХТЫ СИБИРСКОЙ (ABIES SIBIRICA), СЕМЕЙСТВА СОСНОВЫХ**  
**APPLICATION OF THE GLC METHOD ACCORDING TO THE PHARMACOPOEIAL  
REQUIREMENTS OF KAZAKHSTANI MEDICINAL PLANT MATERIALS - SIBERIAN FIR  
(ABIES SIBIRICA), PINE FAMILY**

**Г.М. САЯКОВА**

проф. НАО КазНМУ имени С.Д.Асфендиярова, Школа Фармации кафедры фармацевтической, токсикологической химии, фармакогнозии и ботаники

**Ж.Е. БЕКСУЛТАНОВ**

НАО КазНМУ имени С.Д.Асфендиярова, Школа Фармации кафедры фармацевтической, токсикологической химии, фармакогнозии и ботаники

**Резюме.** Государственная программа Республики Казахстан по развитию импортозамещения лекарственных средств направлена на максимальное обеспечение фармацевтического рынка отечественной продукцией. В настоящее время особое внимание уделяется к наполнению рынка отечественными лекарственными препаратами. Это обусловлено особенностями их фармакологического действия (терапевтическое действие, эффективность, безопасность) и важными преимуществами перед синтетическими препаратами (поливалентность действия, идеальное сочетание различных активных веществ, низкие побочные эффекты и др.) [1].

Одним из перспективных объектов исследований является отечественная пихта сибирская (*Abies sibirica*), обладающая ценными терапевтическими эффектами: бактерицидными, противовирусными, противогрибковыми, регенерирующими, противовоспалительными и иммуномодулирующими. В нашей научной работе, на примере эфирного масла пихты сибирской обсуждаются особенности идентификации и определения количественного содержания соединений в сложной смеси органических веществ природного происхождения методом газожидкостной хроматографии. Условия получения хроматографического профиля репрезентативных и характерных компонентов эфирного масла в зависимости от состояния определены фармакопией Республики Казахстан [2-4].

**Ключевые слова:** пихта сибирская, хвоя, химический состав, метод ГЖХ, эфирные масла.

**Введение.** В настоящее время метод ГЖХ широко применяется в фармацевтическом анализе лекарственных средств природного происхождения. Данным методом устанавливают подлинность, определяют содержание действующего вещества и посторонние примеси в субстанциях и лекарственных препаратах, содержащих летучие компоненты. Особенно в последние годы метод ГЖХ стал широко применяться для определения остаточных органических растворителей в фармацевтических субстанциях, поскольку такие растворители обладают свойством летучести. Примеси органических растворителей попадают в лекарственные вещества на стадиях очистки и кристаллизации фармацевтических субстанций. Содержание органических растворителей необходимо ограничивать, так как многие из них обладают высокой токсичностью, например метанол, ацетон, спирт изопропиловый и другие. Кроме того, органические растворители могут образовывать сольваты с лекарственными веществами и изменять их биодоступность. Поэтому определение остаточных растворителей является обязательным для многих лекарственных веществ. Хроматографические методы получили широкое распространение в фитохимии благодаря эффективности, простоте эксперимента, селективности, экспрессности, возможности автоматизации и сочетания с другими физико-химическими методами. Особенностью хроматографических методов является

универсальность, т. е. возможность использовать их для разделения и идентификации твердых, жидких и газообразных природных соединений. Особая ценность заключается в возможности эффективно разделять соединения с близкими свойствами, проводить не только качественный, но и количественный анализ исследуемых объектов.

Нами были проведены научные исследования отечественного лекарственного растительного сырья, произрастающих на территории Казахстана с применением метода газожидкостной хроматографией. Объектом исследования служила Пихта сибирская (*Abies sibirica*) – вечнозеленое дерево, семейства Сосновые. Это дерево достигает до 30 м в высоту и диаметром до 50 см. Имеет форму в виде узкого конуса. Отличительной чертой в Казахстане пихты сибирской от южных видов является образование смолы на кончиках веток при морозе. Хвоя у пихт мягкая и прямая, снизу светло-зеленого и сверху темно-зеленого цвета, очень ароматная. На ветке хвоинки расположены прямо в ряд [5-8].

Эфирное масло, выделяемое из лапки пихты сибирской (*Abies sibirica*), богаче по составу, чем у других видов пихт. Выход составляет 1,2-2,4%, бывает и 3,5 до 4%. [9-10].

Пихтовое масло содержит более 35 видов биологически активных веществ (борнеолацетат, терпены, фенолы, эфирное масло, фитонциды, каротиноиды, полиненасыщенные жирные кислоты, флавоноиды, стерины, фитонциды, витамины, микроэлементы и др.) [11-13].

Пихта сибирская (*Abies sibirica*) славится своим богатым составом. Таким, как указано по литературным данным: борнеол, камфен, мальтол, борнилацетат, кариофиллен, мегастигматриенон, фитол, витамин Е и др. [14-17].

**Цель исследования.** Количественное определение биологически активных веществ методом ГЖХ.

**Объекты и методы исследований.** В качестве объектов исследований нами были использованы хвоя пихты сибирской (*Abies sibirica*), произрастающие на Алтае, Тарбагатае и Джунгарском Алатау. Заготовленное сырье контрольно брали в ноябре месяце 2020 года на территории Ботанического Сада города Алматы. Анализ проводили согласно, требованиям соответствующих методик ГФ РК.

**Подготовка проб для исследования.** Сырье высушивали методом естественной воздушно-теневого сушки. 10 г растительного образца экстрагировали 120 мл 70% этанола методом перколяцией в течение 24 часов. [18]

**Результаты исследования.** Сущность применяемого нами метода ГЖХ заключается в том, что анализируемые вещества в парообразном состоянии с потоком газа-носителя проходят через колонку с неподвижной жидкой фазой, нанесенной на твердый носитель. По мере продвижения по колонке вещества постоянно перераспределяются между фазами вследствие многократного повторения процессов сорбции-десорбции и разделяются из-за разницы в коэффициентах распределения. Затем разделенные вещества элюируются из хроматографической колонки потоком газа-носителя, регистрируются детектором и фиксируются на хроматограмме в виде пиков.

Экстракт из пихты сибирской анализировали методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (Agilent 6890N/5973N).

Условия анализа: объем образца 1,0 мкл, температура ввода пробы 260 °С, без деления потока. Разделение проводили с помощью хроматографической капиллярной колонки DB-35MS длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной пленки 0,25 мкм при постоянной скорости газа-носителя (гелий) 1 мл/мин. Температуру хроматографирования программируют от 40 °С (выдержка 10 мин) со скоростью нагрева 5 °С/мин до 270 °С (выдержка 10 мин). Детектирование проводят в режиме SCAN m/z 34-750. Для управления системой газовой хроматографии, регистрации и обработки полученных результатов и данных использовали программное обеспечение Agilent MSD ChemStation (версия 1701EA). Обработка данных включала в себя определение времен удерживания, площадей пиков, а также обработку,

спектральной информации, полученной с помощью масс-спектрометрического детектора. Для расшифровки полученных масс-спектров использовали библиотеки Wiley 7th edition и NIST'02 (общее количество спектров в библиотеках – более 550 тыс.) [19-20].



**Рисунок 1 - Газовый хроматограф с масс-селективным детектором Agilent 7890B/5977A**

Установлено, что в экстракте пихты сибирской содержится 53 компонента. Результаты приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Результаты хроматографического анализа ГЖХ экстракта Пихты сибирской (*Abies sibirica*), произрастающих в Республике Казахстан**

| №  | Время удерживания, мин | Соединения                                       | Вероятность идентификации, % | Процентное содержание, % |
|----|------------------------|--|------------------------------|--------------------------|
| 1  | 8,18                   | $\alpha$ -Pinene                                 | 83                           | 0.60                     |
| 2  | 8,29                   | 3-Carene   | 89                           | 1.72                     |
| 3  | 8,64                   | Propanoic acid, 2-oxo-, methyl ester             | 86                           | 0.96                     |
| 4  | 8,83                   | Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-methylene- | 91                           | 0.78                     |
| 5  | 8,92                   | Camphene   | 94                           | 3.04                     |
| 6  | 9,29                   | 2-Furanmethanol                                  | 88                           | 0.21                     |
| 7  | 11,00                  | 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-                  | 92                           | 0.46                     |
| 8  | 11,53                  | Phenol   | 89                           | 0.21                     |
| 9  | 12,23                  | 1,2-Cyclohexanedione                             | 84                           | 0.14                     |
| 10 | 12,89                  | Tetrahydrocyclopenta[1,3]dioxin-4-one            | 71                           | 0.17                     |
| 11 | 13,04                  | 6-Propenylbicyclo[3.1.0]hexan-2-one              | 73                           | 0.33                     |
| 12 | 13,14                  | 2-Hydroxy-gamma-butyrolactone                    | 81                           | 0.62                     |
| 13 | 13,30                  | 2,5-Dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanone            | 77                           | 0.50                     |
| 14 | 13,57                  | Phenol, 2-methoxy-                               | 86                           | 0.21                     |
| 15 | 14,18                  | Borneol  | 96                           | 5.22                     |

|    |       |   |    |       |
|----|-------|---|----|-------|
| 16 | 14,50 | Maltol  | 96 | 7.99  |
| 17 | 14,69 | 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-   | 87 | 0.31  |
| 18 | 14,83 | Cyclopropyl carbinol  | 76 | 0.52  |
| 19 | 15,19 | Heptane, 2-(hexyloxy)-  | 68 | 0.19  |
| 20 | 15,29 | 2-Propenoic acid, 2-(acetylamino)-  | 60 | 0.23  |
| 21 | 15,48 | 1,2-Benzenediol   | 81 | 0.45  |
| 22 | 15,75 | Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-  | 95 | 19.49 |
| 23 | 16,59 | Acetic acid, 2-propenyl ester   | 74 | 0.17  |
| 24 | 16,67 | 2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl)-   | 90 | 0.54  |
| 25 | 17,08 | Ethanone, 1-(2-hydroxy-5-methylphenyl)-   | 79 | 0.65  |
| 26 | 17,13 | 1,4-Methanoazulene, decahydro-4,8,8-trimethyl-9-methylene-, [1S-(1 $\alpha$ ,3 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,8 $\alpha$ )]-                           | 92 | 0.40  |
| 27 | 17,24 | Caryophyllene   | 96 | 4.14  |
| 28 | 17,46 | 1-(3,6,6-Trimethyl-1,6,7,7a-tetrahydrocyclopenta[c]pyran-1-yl)ethanone  | 86 | 0.11  |
| 29 | 17,82 | $\alpha$ -Caryophyllene   | 94 | 2.51  |
| 30 | 18,01 | Phenol, 2,6-dimethoxy-  | 79 | 0.20  |
| 31 | 18,27 | Isocaryophyllene  | 90 | 1.17  |
| 32 | 18,44 | Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)-   | 71 | 0.42  |
| 33 | 18,64 | 1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,6,7,8,8a-hexahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, (1 $\alpha$ ,3 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,8 $\alpha$ )]-                      | 85 | 0.35  |
| 34 | 19,13 | 1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-  | 73 | 0.19  |
| 35 | 19,68 | 1-Pyrrolidinebutyronitrile  | 64 | 0.22  |
| 36 | 20,07 | Aspidospermidin-17-ol, 1-acetyl-19,21-epoxy-15,16-dimethoxy-  | 67 | 2.74  |
| 37 | 20,20 | Benzoic acid, 4-(acetyloxy)-3-methoxy-, methyl ester  | 66 | 0.40  |
| 38 | 20,69 | Cyclopentadecanone  | 70 | 0.99  |
| 39 | 21,00 | $\alpha$ -Bisabolol   | 93 | 1.99  |
| 40 | 21,40 | Megastigmatrienone  | 86 | 6.81  |
| 41 | 21,94 | Ethyl $\alpha$ -d-glucopyranoside   | 83 | 6.53  |
| 42 | 22,46 | 2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, acetate   | 62 | 0.74  |
| 43 | 23,02 | 3-O-Methyl-d-glucose  | 73 | 15.95 |
| 44 | 23,14 | 4-((1E)-3-Hydroxy-1-propenyl)-2-methoxyphenol   | 72 | 1.19  |
| 45 | 24,69 | Phytol  | 92 | 2.41  |
| 46 | 25,06 | 1-Naphthalenepropanol, $\alpha$ -ethenyldecahydro- $\alpha$ ,5,5,8a-tetramethyl-2-methylene-, [1S-[1 $\alpha$ (R*),4 $\alpha$ ,8 $\alpha$ ]]- | 90 | 0.39  |
| 47 | 26,93 | Ethyl iso-allocholate   | 63 | 0.17  |
| 48 | 29,06 | 4-Estrene, 17-ethynyl-17-methylthiomethoxy-   | 64 | 0.24  |
| 49 | 29,66 | Abietic acid  | 60 | 0.14  |
| 50 | 34,38 | Vitamin E   | 92 | 2.45  |
| 51 | 36,71 | Campesterol   | 62 | 0.19  |
| 52 | 38,15 | $\gamma$ -Sitosterol  | 81 | 0.88  |
| 53 | 38,46 | 5-Chloro-6beta-nitro-5alpha-cholestan-3-one   | 67 | 0.37  |

**Заклучение.** По результатам газо-жидкостной хроматографии наибольшее количество компонентов составляет Борнеол (5.22%) обладающий обезболивающим и антиспазматическим свойствами, Мальтол (7,99%) обладает бактерицидной, бактериостатической и фунгистатической активностью, Борнилацетат (19.49%) оказывает антимикробное,

противовоспалительное и болеутоляющее действие, Кариофиллен (4.14%) оказывает противовоспалительное, иммуномодулирующее, снижает стресс и др. вещества [18-19].

В заключении, следует отметить, следующие достоинства метода ГЖХ: в быстроте проведения анализа (10–30 мин.); четкости разделения компонентов; высокой чувствительности метода, зависящая от применяемого детектора (если ПИД, то чувствительность достигает 10–9 г); высокая степень автоматизации разделения и обработки полученной информации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Республики Казахстан от 4 августа 2010 года № 791. “О Программе по развитию фармацевтической промышленности Республики Казахстан на 2010 - 2014 годы.”
2. Хасанов В.В. Изучение состава и антиокислительной активности продуктов водно-паровой дистилляции пихты сибирской. Химия растительного сырья. 2009 г. №4. С. 83-88.
3. Михеева НВ, Татаринцева М.П., Иванова О.Г. и др. Применение экстракта пихты в комплексном лечении больных туберкулезом органов дыхания // Сибирское медицинское обозрение. 2011. № 6. С.113-116.
4. Вайс Е.В., Хуршкайнен Т.В., Турсунова Н.В. и др. Влияние полипrenoлов пихты и карсила на течение алкогольного гепатита // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2012. № 4. С.26-29.
5. Леонова М.В., Климочкин Ю.Н. Экстракционные методы изготовления лекарственных средств из растительного сырья. - Самара: Самарский государственный технический университет, 2012. - С. 118.
6. Салахов Н. В., Архипова Н. С. Растительный мир республики Татарстан. Учебно-методическое пособие. – Казань: К(П)ФУ, 2013. – 74 с.
7. Третьякова А.В. и др. Особенности получения каллусной культуры пихты сибирской *Abies sibirica* Ledeb. Серия «Биология. Экология». Т.10. 2014 г. С. 11-23.
7. Гарнов И.О. и др. Пихтовые экстракты, как средство повышения физиологических резервов организма. Известия Коми научного центра УрО РАН выпуск 3 (19) Сыктывкар. 2014 г. С. 44-52.
8. Ефремов Е.А., Ефремов А.А. Компонентный состав эфирного масла июльской лапки пихты сибирской Красноярского края // Химия растительного сырья. 2010. №2. С. 135-138.
9. Карпова Е.М., Мазина Н.К., Кучин А.В., Шешунов И.В. Оценка фармакологических свойств и механизмов действия полипrenoлов из древесной зелени пихты по результатам многофакторного анализа // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск «XIII конгресс «Экология и здоровье человека». 2008. Т. 2. С. 222 -226.
10. Сафонова В.Ю., Сафонова В.А. Противолучевые свойства экстракта пихты сибирской. Биологические науки. 2012 г. С. 215-217.
11. Пахарькова Н.В. Особенности содержания эфирного масла в хвое пихты сибирской первого и второго года. Химия растительного сырья. 2012. №1. 2012 г. С. 101-104.
12. Шутова А.Г. и др. Состав эфирных масел представителей рода *Abies* hill., интродуцированных в центральном ботаническом саду на Беларуси. Труды БГУ 2008, том 3, часть 1. 2008 г. С. 114-127.
13. Сухорукова ОА, Костеша Н.Я. Механизм повышения продуктивности перепелов путем применения экстракта пихты сибирской // Вестник ТГПУ. 2010. № 3 (93). С. 36-39.
14. Anna Wajs-Bonikowska, Karol Olejnika, Radosław Bonikowskia and Piotr Banaszczakb. Composition of Essential Oils from Seeds of *Abies koreana*. Natural Product Communications, vol. 8, 2, First Published February 1, 2013. P. 227-230.
15. Anna Wajs, Justyna Urbańska, Ewa Zaleśkiewicz and Radosław Bonikowski. Composition of Essential Oil from Seeds and Cones of *Abies alba*. Natural Product Communications, vol. 5, 8, First Published August 1, 2010. P. 1291-1294.

16. Rajendra C. Padalia and others. Chemical Analysis of Volatile Oils from West Himalayan Pindrow Fir *Abies pindrow*. *Natural Product Communications*, vol. 9, 8, First Published August 1, 2014. P. 1181-1184.
17. Жукова О.Л., Маркарян А.А., Дубинская В.А. и др. Технологические и физические свойства сухого экстракта из лекарственного растительного сырья // *Химическая технология*. - 2007. - № 3. - С. 140-143.
18. Саякова Г.М., Датхаев У.М., Кисличенко В.С. «Фармакогнозия». Учебник. Москва, Издательство «Литтера» -2019.- 350 с.
19. Краснов Е.А. Современные хроматографические методы (ГЖХ, ВЭЖХ) в фармацевтическом анализе [Электронный ресурс]: уч. пособие / Е.А. Краснов, А.А. Блиникова. Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2006. - 152 с.
20. Perez Hermes L. A sensitive gas chromatographic-tandem mass spectrometric method for detection of alkylating agents in water: application to acrylamide in drinking water, coffee and snuff / *Licea Perez Hermes, Siv Osterman-Golkar // Analyst*. 2003. 128, №8. С. 1033-1036.
21. Ушанова В.М., Ушанов С.В. Экстрагирование древесной зелени и коры пихты сибирской сжиженным диоксидом углерода и водно-спиртовыми растворами: моногр. – Красноярск, 2009. – С. 191.
22. Патент РФ № RU2539373C1 20.01.2015. Смесь борнилацетата и камфена обладающая холинергическим действием. Поляков Н.А., Дубинская В.А., Сидельников Н.И. Патентообладатель: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений Россельхозакадемии (ГНУ ВИЛАР Россель-хозакадемии). № 2014103073/15; заявл. 30.01.14. опубл. 20.01.15. – 4 с.
23. Фармацевтическая хими: учебник / под ред. Г. В Раменской. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 467 с.
24. Беликов В. Г. Фармацевтическая химия : учебное пособие : в 2 ч. / В. Г. Беликов. – М. : МЕДпресс-информ, 2009. – 616 с.
25. Государственная фармакопея РФ. Том 1,2,4 - 14-е изд. М. : Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2015. – 1294 с.

## ABSTRACT

The state program of the Republic of Kazakhstan for the development of import substitution of medicines is aimed at maximizing the provision of the pharmaceutical market with domestic products. Currently, special attention is paid to filling the market with domestic medicinal products. This is due to the peculiarities of their pharmacological action (therapeutic action, efficacy, safety) and important advantages over synthetic drugs (polyvalence of action, ideal combination of various active substances, low side effects, etc.). One of the promising objects of research is the domestic Siberian fir (*Abies sibirica*), which has valuable therapeutic effects: bactericidal, antiviral, antifungal, regenerating, anti-inflammatory and immunomodulatory. In our scientific work, using the example of the Siberian fir essential oil, the features of identification and determination of the quantitative content of compounds in a complex mixture of organic substances of natural origin by the method of gas-liquid chromatography are discussed. The conditions for obtaining the chromatographic profile of representative and characteristic components of essential oil according to the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan have been determined. Key words: Siberian fir, needles, chemical composition, GLC method, essential oils.

## EL ALETLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN HAND TOOLS

### Abdulhak YEŞİLYURT

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı, **ORCID NO:** 0000-0003-3523-9153

(Sorumlu Yazar)

### Dilek ÖZTAŞ

Doç. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı, **ORCID NO:** 0000-0002-8687-7238

### Abdullah YILDIZBAŞI

Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, **ORCID NO:** 0000-0001-8104-3392

### Ergün ERASLAN

Prof., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, **ORCID NO:** 0000-0002-5667-0391

### ÖZET

Günümüz şartlarında inşaat, sanayi ve endüstri gibi alanlarda el aletleri kullanılmaktadır. El aletleri, kol gücüyle ve herhangi bir başka enerji yardımı ile çalıştırılabilirler. El aletleri, çeşitli maddeleri sıkıştırmak, karıştırmak, kesmek, düzeltmek, asmak, zımbalamak, delmek, ısıtmak, çevirmek, sürmek, şekil vermek veya işaretlemek için kullanılır. El aletleri keskin kenarlı, sivri uçlu, kare şeklinde, kısıp ağızlı ve olağandışı sıcak veya soğuk olabilir. El aletleri, kullananlar ve hatta orada bulunan, yapılan işle ilgili olmayan başkaları içinde tehlikeli olabilir ve yaralanmalara da neden olabilirler. El aletleri ile çalışırken herhangi bir iş kazasına neden olmamak için bazı kurallara uymak gerekir. El aletleri kullanırken; uygun olmayan alet kullanmak, aletleri yöntemine uygun kullanmamak, yetersiz bakım ve uygun olmayan depolamalar başlıca iş kazalarının nedenlerindedir. Birçok kaza el aletlerinin veya aletlerin bazı kısımlarının kırılmasından dolayı meydana gelir. El aletleri yalnızca yapıldıkları işler için kullanılmalıdır. El aletlerinin yapıldıkları işler için kullanılmamaları halinde tehlike oluşturur. Çünkü alet kırılabilir, fırlayabilir veya kayabilir ve sonuç olarak bir kazaya neden olabilirler. Çelikten yapılmış darbe aletleri güvenlik bakımından oldukça etkilidirler. Yumuşak çelikten başlıklar darbe karşısında saçaklanır ve alet bu saçaklarından zamanında kurtulmazsa, bunu izleyen kullanışlarında saçaklar kopup fırlayacak ve çevredeki kimselere zarar verebilecektir. Keskin kenarlı veya sivri uçlu el aletleri kullanılmadıkları zaman keskin kenar ve uçlarının koruyucu başlıklar altına alınması gerekir. El aletleri periyodik olarak kontrol edilmelidir. El aletleri kullanımında eğitim ve çalışma tarzının düzenli şekilde kontrolünün yapılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** El aletleri, İş Sağlığı ve Güvenliği, Kazalar, Tehlike, Eğitim

### ABSTRACT

In today's conditions, hand tools are used in areas such as construction, industry and industry. Hand tools can be operated with arm power and with the aid of any other energy. Hand tools are used for clamping, mixing, cutting, straightening, hanging, punching, punching, heating, turning, driving, shaping or marking various materials. Hand tools can be sharp-edged, pointed, square-shaped, with a pincer mouth, and unusually hot or cold. Hand tools, users, and even others who are not involved in the work being done, can be dangerous and can cause injuries. When working with hand tools, some rules must be followed in order not to cause any work accident. When using hand tools; Using unsuitable tools, not using the tools properly, insufficient maintenance and improper storage are the main causes of work accidents. Many accidents occur when tools or parts of tools break. Hand tools should only be



used for the work for which they were made. It creates danger if hand tools are not used for the work they are made for. This is because the tool may break, fly off or slide and consequently cause an accident. Impact tools made of steel are very effective in terms of safety. If the soft steel heads are frayed in the face of the impact and the tool does not get rid of these eaves in time, the fringes will rupture and fly off and damage the people around. When sharp-edged or pointed hand tools are not used, their sharp edges and tips should be taken under protective caps. Hand tools should be checked periodically. It is necessary to regularly control the training and working style in the use of hand tools.

**Keywords:** Hand Tools, Occupational Health and Safety, Accidents, Danger, Education

## GİRİŞ

El aletleri hem günlük hayatımızda hem de sanayide sıklıkla kullanılan makinelerdir. Evde daha sık kullandığımız el aletlerinin çoğu basit yapıda ve az tehlikeli olsa da sanayide kullanılan aletler hem karmaşık yapıda hem de tehlikeli olabilirler. Bu aletlerin kendilerine özgü kullanım yöntemleri olduğu gibi, kendilerine özgü güvenlik önlemleri vardır. El aletleri basit bir tornavidadan, taşlamaya kadar çeşitlilik gösterirler. El aletleri, kullananlar ve hatta orada bulunan, yapılan iş ile ilgisi olmayan şahıslar içinde tehlikeli olabilirler ve yaralanmalara da neden olabilirler. El aletlerinin yardımıyla ve kendine özgü şekilleriyle, istenen işi yapabilmek için gerekli olan kuvvet veya güç bir araya getirebilirler. El aletleri ile çalışırken herhangi bir iş kazasına neden olmamak için bazı kurallara uymak gerekir. Yapılan iş için doğru el aleti kullanılmamanın birçok yaralanmaya neden olduğu görülmüştür. Uygun olmayan el aletlerinin kullanımı genellikle o an çalışanın yanında o işe uygun el aleti olmadığından, yanında bulunan el aletini uygun olmamasına rağmen kullanmasıdır. Elektrikli el aletlerinde en çok görülen iş kazaları elektrik çarpmaları şeklinde olmaktadır. Bu kazaların önüne geçmek için topraklamalı prizler kullanılmalıdır. Kablosu sıyrılmış ya da sıradan tamir görmüş el aletlerinin kullanılmaması gerekmektedir. Patlayıcı ve parlayıcı malzemelerin olduğu ortamlarda elektrikli aletler kullanılmamalıdır. Bakım ve onarım işlerinde, parça değişimlerinde elektrikli el aletlerinin elektrikle olan bağlantıları kesilmelidir. El aletleri insanların üstüne düşecek şekilde güvensiz olarak yüksek yerlerde bulundurulmamalıdır. Aşırı gürültülü el aletleri kullananlar kulaklık takmalıdır.

## LOGİN

Hand tools are machines that are frequently used both in our daily life and in industry. Although most of the hand tools we use more often at home are simple and less dangerous, tools used in industry can be both complex and dangerous. These tools have their own specific usage methods as well as their own security precautions. Hand tools range from a simple screwdriver to a grinder. Hand tools can be dangerous for users and even people who are not involved in the work being done, and can cause injuries. With the help of hand tools and their distinctive shapes, they can combine the force or power required to do the desired job. When working with hand tools, some rules must be followed in order not to cause any work accident. It has been observed that not using the right hand tool for the job has caused many injuries. The use of unsuitable hand tools is generally the employee's use of the hand tool that is not suitable for that job, although it is not suitable for that job. The most common occupational accidents in power hand tools are in the form of electric shocks. Grounded sockets should be used to prevent these accidents. Hand tools with stripped cords or ordinary repairs should not be used. Electrical tools should not be used in environments with explosive and flammable materials. Power tools should be disconnected from electricity during maintenance and repair work and parts replacement. Hand tools should not be kept in unsafe high places so that they can fall on people. Those who use excessively noisy hand tools should wear headphones.

## ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### El Aletlerinde Başlıca Kazaların Nedenleri

- Uygun olmayan alet kullanmak
- Aletleri yöntemine uygun kullanmamak
- Yetersiz bakım
- Uygun olmayan depolamalardır.

1. Birçok kaza el aletlerinin veya aletlerin bazı kısımlarının örneğin; saplarının kırılmasından dolayı meydana gelir. Bu kırılmalarda neden çoğu kez iyi kalitede malzeme kullanılmamasıdır.

2. El aletleri yalnızca yapıldıkları işler için kullanılmalıdır. El aletlerinin yapıldıkları işler için kullanılmamaları halinde tehlike doğurur. Çünkü alet kırılabilir, fırlayabilir ve kayabilir sonuç olarak bir kazaya neden olabilir. Aletlerin yanlış kullanılmasının sebebi, gerek duyulduğunda o an için uygun olanının bulunmamasıdır. Bir işçi uygun açıklıkta İngiliz anahtarı bulamamışsa, işini geciktirmek istemediğinden, açıklığı geniş olan ve bu genişliği bir parça koyarak geçiştirmeye çalıştığı diğer bir anahtarla yapmak ister. Bu şekilde kullanılan bir anahtar somunla yalnız kaymakla kalmaz, uzun olan sapına gereğinden çok basınç da uygulandığı taktirde somunu laça edecektir. Bazı durumlarda bu işlem işçinin yaralanmasına da neden olur, ayrıca zaman kaybına da yol açacaktır.

Bu gibi aksaklıkların olmaması için;

- El aletleri takımının iyi planlanması
- Bakımlarının iyi ve yeterli yapılması gerekir.

3. El aletlerinin ağaçtan olan sapları aşağıdaki özelliklerde olmalıdır.

- En iyi kalitede ve düzgün yontulmuş
- Uygun biçim ve büyüklükte
- Düzgün yüzeyli, saçaksız ve keskin yüzü bulunmalıdır.

4. Çekiç ve varyozlar, soğuk keskinler, kesiciler gibi aletler dikkatle seçilmiş çelikten yapılmalı, bu çelik darbe karşısında saçak meydana getirmeyecek kadar sert olmalı, çatlayıp kırılacak kadar da aşırı sert olmamalıdır. Çelikten yapılmış darbe aletleri güvenlik bakımından oldukça etkilidirler. Yumuşak çelikten başlıklar darbe karşısında saçaklanır ve alet bu saçaklarından zamanında kurtarılmazsa, bunu izleyen kullanışında saçaklar kopup fırlayarak çevredeki kişilere zarar verebilecektir. Son derece sert çelikten yapılmış başlıklar da darbe karşısında parçacık fırlatabilecektir. Böyle parçacıklar bazen gözlere isabet ederek görme kaybına neden olabilirler. Bunun gibi kazaların önlenmesi için vurucu başlıkların yapımında kullanılacak çeliğin ne fazla sert ne de fazla yumuşak olması gerekir. Bu nedenle aletler isim yapmış uzman firmalardan alınmalıdır.

5. Darbe için kullanılan el aletlerinin baş kısımları mantarlaşmaya, çatlamaya başlar başlamaz uygun bir eğime kadar tesviye edilerek düzeltilmelidir.

6. Keskin kenarlı veya sivri uçlu el aletleri kullanılmadıkları zaman keskin kenar ve uçlarının koruyucu kılıf altına alınması gerekir.

7. El aletleri döşemelere, geçitlere, merdiven sahanlıklarına vya işçilerin çalıştığı yada geçtiği yerlere veya geçenlerin üstüne düşebileceği yüksek yerlere bırakılmamalıdır.

8. İyi bir düzen için genel kural "her şey için bir yer sağlanmalı ve her şey kendi yerinde olmalıdır."

9. El aletleri periyodik olarak kontrol edilmelidir. Kusurlu bulduklarında yerlerini kusursuz olanları almalı veya elde bulunan onarılmalıdır.

10. Alet odaları yetkilileri, kusurlu olan veya herhangi bir şekilde uygun olmayan aletleri dışarı verilmemesi hususunda kesin talimat verilmelidir.

## RESEARCH AND FINDINGS

### Causes of Major Accidents in Hand Tools

- Using unsuitable tools
- Not using the tools according to their method
- Insufficient maintenance
- They are unsuitable storage.

1. Many accident hand tools or some parts of tools such as; It occurs due to the breakage of the stems. The reason for these breaks is that often good quality materials are not used.

2. Hand tools should only be used for the work for which they were made. It creates danger if hand tools are not used for the work they are made. This is because the tool may break, fly off and slide, eventually causing an accident. The reason for the misuse of the tools is that when needed, the suitable one is not available for that moment. If a worker cannot find a wrench in the proper opening, he does not want to delay his work, so he wants to do it with another wrench whose opening is wide and tries to pass this width by putting a piece of it. A wrench used in this way will not only slip with the nut, but will slack off the nut if too much pressure is applied to the long handle. In some cases, this operation will cause injury to the worker and also waste of time.

In order to avoid such malfunctions;

- Good planning of hand tools set
- Their maintenance should be done well and adequately.

3. Hand tools made of wood should have the following features.

- Best quality and smoothly carved

Suitable in shape and size

- It should have a smooth surface, no fringes and a sharp face.

4. Tools such as hammer and scissors, cold chisels, cutters should be made of carefully selected steel, this steel should be hard enough not to form fringe in the face of impact, and not too hard to crack and break. Impact tools made of steel are very effective in terms of safety. Heads made of soft steel are frayed in the face of impact and if the tool is not recovered from these eaves in time, the fringes may break off and hurl in the following use and harm the people around. Heads made of extremely hard steel will also be able to eject particles in the face of impact. Such particles can sometimes hit the eyes and cause vision loss. In order to prevent such accidents, the steel to be used in the construction of the striker heads should be neither too hard nor too soft. For this reason, tools should be purchased from renowned specialist companies.

5. As soon as the heads of the hand tools used for impact begin to cork and crack, they should be leveled up to a suitable slope.

6. When not using sharp-edged or pointed hand tools, their sharp edges and ends should be covered under a protective cover.

7. Hand tools should not be left on floors, passages, stair landings, or places where workers work or pass, or where passers-by may fall on them.

8. The general rule for a good order is "a place for everything should be provided and everything should be in its place."

9. Hand tools should be checked periodically. When they are found defective, they must replace the flawless ones or the ones that are found must be repaired.

10. The authorities of instrument rooms should be given precise instructions not to take out defective or unsuitable tools in any way.

### El Aletlerinde Genel Olarak Alınması Gereken Tedbirler

- El aletleri yapılacak işe uygun ve bakımlı olmalıdır.
- Boru ve çubuk gibi rastgele uzatma kolu kullanılmamalıdır.
- Küçük parçalarla çalışırken mengene ile tutturulmadan çalışılmamalıdır.
- Çalışan makineler durdurulmadan el aleti ile müdahale edilmemelidir.
- Elektrikli el aletlerinde tetik emniyetinin sağlam olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Çift yalıtımlı olduğu belirli olmayan el aletleri topraklama bağlantısı olmayan fişlerle kullanılmamalıdır.
- Arızalı el aletleri kullanımdan alıkonulmalı ve başkasının kullanımını engellemek için üzerine "DİKKAT ARIZALIDIR" etiketi asılmalıdır.
- Elektrikli el aletlerinin aksesuarları tasarlandığı yerlerde kullanılmalı, yanlış uygulamalara fırsat verilmemelidir.

El aletlerinin genellikle yarattığı tehlikeler şunlardır;

- Gürültü
- Sivri uçlar
- Elektrik şokları
- Toz
- Keskin kenarlar
- Kesilmeler
- Sıyrılmalar

### El Aletlerini Kullanmadan Önce Yapılması Gerekenler

- Alete ait el kitabı ve kullanma kılavuzu mutlaka okunmalıdır.
- Aleti kullanmayla ilgili yeterli bilginiz olduğundan emin olmadıkça alet kullanılmamalıdır.
- Kullanılan elektrikli el aletinin fişi üç elemanlı olmalı ve topraklama kablosu ile bağlı olmalıdır.
- Batarya ile çalışan el aletlerinde üreticinin önerdiği bataryalar kullanılmalıdır.

### General Measures to be Taken in Hand Tools

- Hand tools should be suitable for the job and well maintained.
- No random extension arms such as pipes and rods should be used.
- While working with small parts, it should not be worked without clamping.
- The working machines should not be intervened with a hand tool until they are stopped.
- It should be checked whether the trigger safety is intact in power tools.
- Hand tools that are not known to be double insulated should not be used with plugs that do not have an earthing connection.
- Defective hand tools should be kept from use and a "ATTENTION DEFECTIVE" label should be hung on it to prevent anyone else from using it.
- Accessories for power tools should be used where they are designed and no opportunity should be allowed for wrong applications.

The dangers that hand tools usually pose are as follows;

- Noise
- Pointed tips
- Electric shocks, Powder, Sharp edges

- Cuts

### • ScrapesWhat to Do Before Using Hand Tools

- The handbook and operating manual of the instrument must be read.
- The tool should not be used unless you are sure that you have sufficient knowledge of using the tool.
- The plug of the power tool used must have three elements and must be connected with the ground cable.
- Batteries recommended by the manufacturer should be used in battery powered hand tools.

## SONUÇ

El aletleri kullanımında tehlikeler genelde uygun olmayan alet kullanımı ve koruma tekniklerinin kullanılmamasından ortaya çıkmaktadır. Kullanılacak el aletinin kullanılmadan önce aletin kontrol edilmesi gerekmektedir. El aletleri kullanılmadan önce kişisel koruyucu donanımların yeterli seviyede ve yerinde kullanımına dikkat edilmesi gerekmektedir. Kullanılacak el aletlerinin varsa muhafazaları takılmış olması sağlanmalıdır. Aletin uygun şartlarda saklanmış olmasına dikkat edilmelidir. Alet için üretici tarafından verilen limitin aşılmaması gerekmektedir.

## RESULT

The dangers in the use of hand tools usually arise from the use of improper tools and the use of protection techniques. Before using the hand tool to be used, the tool should be checked. Before using hand tools, attention should be paid to the use of personal protective equipment at sufficient level and place. If there are hand tools to be used, it should be ensured that the guards are attached. Care should be taken that the tool has been stored in appropriate conditions. The limit given by the manufacturer for the tool must not be exceeded.

## KAYNAKÇA

*İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ, «ÇALIŞMA ALANLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ II, DERS NOTU», PROF. DR. M. SARPER ERDOĞAN.*

<https://www.tf.selcuk.edu.tr/dosyalar/files/033003/M%C4%B0G%20-%20El%20Aaletleri.pdf>

<https://eskisehirism.saglik.gov.tr/Eklenti/76773/0/ismisgtl01-el-aletleri-is-guvenligi-onlemleri-talimatipdf.pdf>

## REFERENCES

*İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ, «ÇALIŞMA ALANLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ II, DERS NOTU», PROF. DR. M. SARPER ERDOĞAN.*

<https://www.tf.selcuk.edu.tr/dosyalar/files/033003/M%C4%B0G%20-%20El%20Aaletleri.pdf>

<https://eskisehirism.saglik.gov.tr/Eklenti/76773/0/ismisgtl01-el-aletleri-is-guvenligi-onlemleri-talimatipdf.pdf>

## ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN REÇETESİZ İLAÇ KULLANIM DURUMLARININ BELİRLENMESİ

### ASSESSMENT OF NON-PRESCRIPTION MEDICATION USE AMONG UNIVERSITY STUDENTS

**Artun ONUKER**

Arş Gör. Dr., İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı,

orcid.org/0000-0002-3263-2569

(Sorumlu Yazar)

**Dilan ERBAŞ**

Dönem 3 öğrencisi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi,

**Asya Banu BABAĞLU**

Dr. Öğretim Üyesi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı,

orcid.org/0000-0002-1259-1288

#### ÖZET

Günümüzde ilaca erişimin kolaylaşması, gelişen teknolojiye bağlı olarak bilgiye daha hızlı ulaşılabilmesi ve bilgilerin doğruluğunun teyit edilememesi ile oluşan bilgi kirliliği, değişen sağlık politikaları gibi faktörler bireylerin bilinçsiz ve kendi kendine ilaç kullanım oranlarını artırmıştır. Reçetesiz ilaç kullanımı tedavi süresinde uzama, zehirlenme, hastalık semptomlarını maskeleyen ve dolayısıyla hastalığın tanınmasını geciktirme, bağımlılık ve hatta ölüm gibi istenmeyen sonuçlara neden olabilir. Ülkemizde üniversite öğrencilerinin çeşitli nedenlerle ilaçları bilinçsizce ve yanlış tükettiklerini gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada üniversite öğrencilerinin reçetesiz ilaç kullanma durumlarının ve bu davranışa etki eden faktörlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Kesitsel türde planlanan araştırma evrenini İzmir'de bir üniversitede okuyan 11.577 öğrenci oluşturmakta olup, %95 güç, %50 sıklık ve %5 hata payı kabul edildiğinde ulaşılması gereken en küçük örneklem büyüklüğü 372 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar tarafından güncel literatüre dayandırılarak hazırlanan bir anket COVID-19 pandemisi sebebiyle çevrimiçi olarak kartopu örnekleme yöntemi kullanılarak öğrencilere uygulanmıştır.

Çalışmaya 383 kişi katılmış olup %68,1'i kadın, yaş ortalaması 19,9 ( $\pm 1,522$ )'dir. Öğrencilerin yaklaşık yarısı (%46,5) reçetesiz ilaç kullandıklarını belirtmiştir. Sürekli ilaç kullanımını gerektiren bir kronik hastalığı bulunan öğrencilerin reçetesiz ilaç kullanma oranları, sürekli ilaç kullanmayı gerektiren bir kronik hastalığı olmayan öğrencilere göre daha yüksek bulunmuştur ( $p=0,013$ ).

En sık reçetesiz ilaç kullanma nedenleri; hastalığın hafif olduğunun düşünülmesi (%64), daha önce hekim tarafından benzer şikayet için reçete edilmiş bir ilaç olması (%59,6) ve öğrencinin kendi tecrübesine göre şikayetine iyi geleceğini düşündüğü bir ilaç olması (%38,2) olarak belirlenmiştir.

Araştırma sonuçları, öğrencilerin hekime ulaşmasını engelleyen olumsuz bir durum olmamasına rağmen reçetesiz ilaç kullanma oranının yüksek olduğunu göstermektedir. Olası istenmeyen sonuçlara yol açabilecek bu durumun önüne geçebilmek için üniversite öğrencilerine kampüs içinde farkındalık çalışmaları yapılması ve her ne sebeple olursa olsun ilaç kullanma ihtiyacı duydukları durumda öncelikle sağlık kuruluşuna başvurmaları gerektiği konusunda bilgilendirme yapılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İlaç Reçeteleri, İlaçlar, Üniversite, Öğrenci, Reçetesiz İlaçlar

## ABSTRACT

Nowadays, factors such as easier access to drugs, faster access to information due to developing technology and inability to confirm the accuracy of information and changing health policies have increased the rate of unconscious and self-medication use of individuals. Non-prescription medication use may cause undesirable consequences such as prolongation in treatment time, intoxication, masking the symptoms of the disease and thus delaying the diagnosis of the disease, addiction and even death. In our country, there are studies showing that university students consume drugs unconsciously and incorrectly for various reasons. In this study, it was aimed to determine the over-the-counter drug use of university students and the factors that affect this behavior.

The population of the research planned in cross-sectional type consists of 11,577 students studying at a university in Izmir, and when 95% power, 50% frequency and 5% margin of error are accepted, the smallest sample size to be reached was calculated-as 372. A questionnaire prepared by the researchers based on the current literature was applied to the students online using the snowball sampling method due to the COVID-19 pandemic. A total of 383 people participated in the study, 68.1% of them were women and the average age was 19.9 ( $\pm$  1.522). Almost half of the students (46.5%) stated that they used non-prescription drugs. The rates of over-the-counter medication use of students with a chronic disease requiring continuous medication use were found to be higher than students without a chronic disease that requires continuous medication ( $p = 0.013$ ).

The most common over-the-counter drug use reasons were determined as considering the disease to be mild (64%), a drug previously prescribed by a physician for similar complaints (59.6%) and having drugs that the student thinks would be good for his/her complaints (38.2%).

Research results show that although there is no negative situation that prevents students from reaching the physician, the rate of using non-prescription drugs is high. In order to prevent this situation that may lead to possible undesirable consequences, it is recommended that university students should be informed about the importance of applying to the health institution first in case they need to use medication for whatever reason.

**Keywords:** Drug Prescriptions, Medicine, University, Student, Non-prescription Drugs

## GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), ilacı "fizyolojik sistemleri ya da patolojik durumları kullananın yararına değiştirmek amacıyla kullanılan ya da kullanılması öngörülen madde ya da ürün" olarak tanımlamaktadır (1). İlaçlar sağlık sisteminin bileşenleridir ve morbidite ve mortalitenin azaltılması açısından son derece önemli bir yere sahiptir (2). İlaçların akılcı kullanımı, hastaların uygun ilaçları hem kendileri hem de toplum için en düşük maliyetle kendi bireysel ihtiyaçlarını karşılayan dozlarda ve yeterli sürede almaları olarak tanımlanmıştır (3). Dünya genelinde tıbbi ilaçların büyük çoğunluğunun uygun şekilde reçete edilmediği ve uygunsuz bir şekilde temin edildiği veya satıldığı tahmin edilmektedir (4,5). Akılcı olmayan ilaç kullanımı bireylerin kullandıkları ilaçtan hedeflenen faydayı görememelerine sebep olmakta, uzayan tedavi süreçleri ve istenmeyen yan etkiler ülke ekonomileri için risk teşkil etmektedir (6). Reçetesiz ilaç kullanımına bağlı ölüme varan riskler görülebilmektedir (7). DSÖ, kendi kendine/reçetesiz ilaç kullanımını, kişilerin kendileri tarafından bilinen hastalıklar veya semptomları tedavi etmek üzere yine kendileri tarafından ilaçların seçilmesi ve kullanımı olarak tanımlar (8). Reçetesiz ilaç satın almak, sosyal çevre üyeleri veya akrabalarla ilaçları paylaşmak veya evde artık olarak bulunan ilaçları kullanmak, kendi kendine/reçetesiz ilaç kullanma davranışlarının örnekleridir (9). Günümüz koşullarında gelişen teknolojiyle birlikte bilgiye erişimin kolaylaşması, bazı ilaçları reçetesiz alma imkanının bulunması, reçetesiz ilaç kullanımında artışa sebep olmuştur (10). Reçetesiz kullanılan ilaçlar genellikle hastalar tarafından hekim müdahalesi gerektirmediği düşünülen, basit ve gündelik yaşamda sık rastlanılan rahatsızlıkların giderilmesi için kullanılan ilaçlardır (11). DSÖ'nün reçetesiz ilaç kullanımıyla ilgili raporunda reçetesiz ilaç kullanımının özellikle sosyal davranışla bütünleşmediği (alışkanlık olarak kazanılmadığı) sürece belli ölçüde yapılmasının kabul edilebilir olduğu belirtilmektedir (12).

Reçetesiz ilaç kullanımını etkileyen faktörler, sosyo-kültürel ve çevresel özelliklere göre farklılık gösterebilir. Eğitim düzeyi, kronik hastalık durumu, hekim muayene ücretleri, hekime ulaşımdaki güçlük, kişinin elinde önceki tedavilerden kalan ilaçların bulunması, reçetesiz satılan (raf-üstü, over-the-counter) ilaçların varlığı, çeşitli medya ve iletişim araçlarında ilaçlara ait bilgi veya reklamların bulunması, internet veya telefon siparişi yoluyla ilaçların temin edilebilmesi, reçetesiz ilaç kullanımında belirleyici faktörlerdendir (13). Daban vd. (2010), İspanya’da yaptıkları bir çalışmada reçeteli ve reçetesiz ilaç kullanımının sosyal belirleyicilerini incelemiştir. İncelemeler sonucunda genel olarak kadınların erkeklere kıyasla daha çok ilaç reçetesiz kullandığına, yaşla birlikte reçetesiz ilaç kullanım sıklığının azaldığına ve gelire reçetesiz ilaç kullanımı arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğuna tespit etmiştir (14). Green vd. (2016) ise Birleşik Krallık için yaptığı çalışmada cinsiyet, sağlık durumu ve eğitimin de ilaç kullanım davranışlarını etkilediğini göstermiştir (15). Ülkemizde yapılan çalışmalarda ise üniversite öğrencilerinin, ekonomik sebepler, çeşitli nedenlerle sağlık kurumuna başvuramama gibi nedenlerle ilaçları bilinçsizce ve yanlış tükettikleri görülmüştür.

Bu çalışmada İzmir’de bir üniversitede öğrenim gören öğrencilerin reçetesiz ilaç kullanıp kullanmadıkları, reçetesiz ilaç kullananlar arasında bu davranışlarının sebepleri, reçetesiz ilaç kullanımının sosyo-kültürel ve demografik özelliklere göre farklılık gösterip göstermediği, üniversite öğrencilerinin en çok hangi tıbbi şikayetlerle reçetesiz kullanma eğiliminde oldukları, reçetesiz ilaç kullanımında dikkat ettikleri faktörlerin olup olmadığı gibi konulara ışık tutmak amaçlanmıştır.

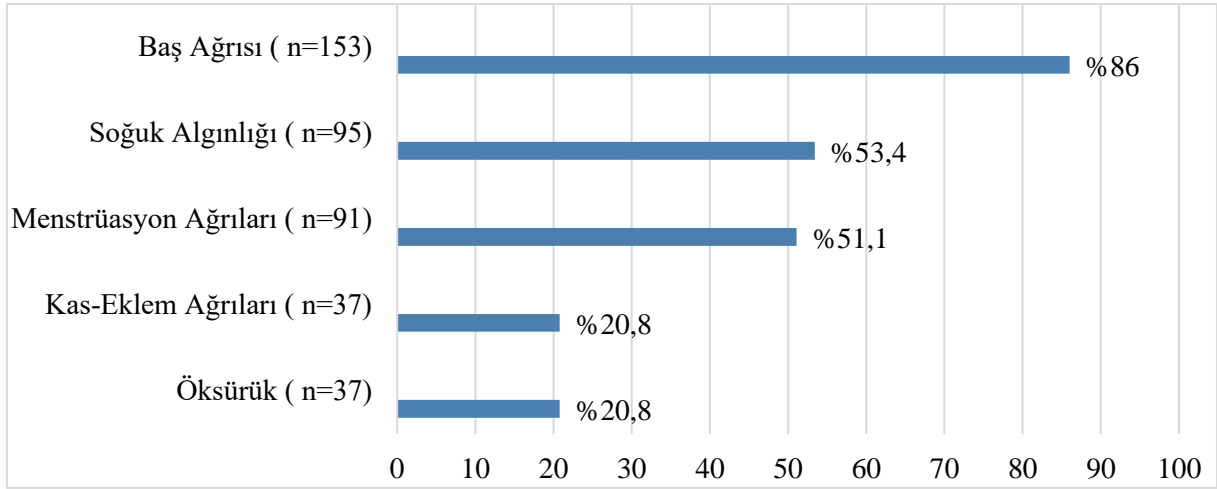
## ARAŞTIRMA

Çalışma kesitsel tipte planlanmış olup hazırlanan anket Kasım 2020-Aralık 2020 aylarında COVID-19 pandemisi sebebiyle çevrimiçi olarak uygulanmıştır. Araştırma evrenini İzmir’de bir üniversitede öğrenimine devam eden 18 yaş üstü bireyler oluşturmuştur. Araştırmanın yapıldığı üniversitede ön lisans ve lisans programlarında 2020 yılı itibarıyla kayıtlı 11.577 öğrenci bulunmaktadır. Bu çalışmada %95 güç, %50 sıklık ve %5 hata olduğu varsayılarak ulaşılmaması gereken en küçük örnek büyüklüğü 372 kişi olarak belirlenmiştir (OpenEpi). Online olarak oluşturulan anket formu kartopu örnekleme yöntemi kullanılarak öğrencilere uygulanmıştır: Anket ilk aşamada Sağlık Bilimleri, Beşerî ve Sosyal Bilimler ve Doğa ve Mühendislik bölümlerinde öğrenim gören birkaç öğrenciye gönderilmiş ve anketi sınıf arkadaşlarıyla paylaşmaları istenmiştir. Çalışmaya 383 öğrenci katılmıştır. Kullanılan anket formu literatür taranarak hazırlanmıştır. Anket formu katılımcıların sosyo-demografik özelliklerini belirlemeye yönelik altı soru ve ilaç kullanım durumlarını belirlemeye yönelik 17 soru olmak üzere toplamda 23 sorudan oluşmaktadır. Verilerin analizinde SPSS programı, versiyon 25 kullanılmıştır. Elde edilen bulgular %95 güven aralığında ve %5 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler (frekans, yüzde, medyan) ve normal dağılım göstermediği için ki kare testi kullanılmıştır. Bu araştırmanın yapılabilmesi için, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Etik Kurulundan izin alınmıştır.

## BULGULAR

Araştırmaya katılanların sosyo-demografik özellikleri Tablo-1’de gösterilmiştir. Çalışmaya 383 kişi katılmıştır. Katılımcılardan %68,1’i (261 kişi) kadın, yaş ortalaması 19,9(±1,522)’dur. Katılımcılar okudukları bölüme göre değerlendirildiğinde ise katılımcıların %57,4’ünün (220 kişi) Sağlık Bilimleri Fakültesinden, %23,2’sinin (89 kişi) Beşerî ve Sosyal Bilimler fakültesinden geriye kalan %19,3’ünün (74 kişi) Doğa ve Mühendislik Bilimler fakültesinden olduğu belirlenmiştir. Araştırmaya katılanların %37,9’unun (145 kişi) hastalandıklarında ilaç kullanmadan bir süre hastalığın geçmesini beklediği, %30,8’inin (118 kişi) öncelikle doktora gidip doktorun reçete ettiği ilacı kullandığı, %18,8’inin (72 kişi) doğal kaynaklı, bitkisel vb. maddelere başvurduğu, %9,9’unun (38 kişi) evde olan veya yakınlarının tavsiye ettiği ilacı kullandığı görülmüştür. Araştırmaya katılanların %46,5’inin (178 kişi) herhangi bir sebeple reçetesiz ilaç kullandığı belirlenmiştir. Reçetesiz ilaç kullanımında en sık dört neden Şekil 1’de gösterilmiştir.





Şekil 1. Reçetesiz ilaç kullanma nedenleri (N:178)

Tablo 1. Çalışmaya katılanların sosyo-demografik özellikleri (N:383)

| Sosyo-demografik özellikler | n (%)                                  |
|-----------------------------|--|
| Cinsiyet                    | Kadın 261 (68,1)                       |
|                             | Erkek 122 (31,9)                       |
| Bölüm                       | Sağlık Bilimleri 220(57,4)             |
|                             | Doğa ve Mühendislik Bilimleri 74(19,3) |
|                             | Beşeri ve Sosyal Bilimler 89(23,2)     |
| Yaşadığı yer                | Aileyle 261(68,1)                      |
|                             | Yurttan 43(11,2)                       |
|                             | Aileden ayrı, bir evde 76(19,8)        |
|                             | Diğer 3(0,8)                           |
| Sağlık güvencesi            | Var 338(88,3)                          |
|                             | Yok 45(11,7)                           |
| Ekonomik durum              | Geliri>gider 103(26,9)                 |
|                             | Gelir=gider 176(46)                    |
|                             | Geliri<gider 104(27,2)                 |

Sürekli ilaç kullanmayı gerektiren bir hastalığı bulunan öğrencilerin reçetesiz ilaç kullanma sıklığı anlamlı olarak daha fazlaydı (p=0,013, Tablo 2)

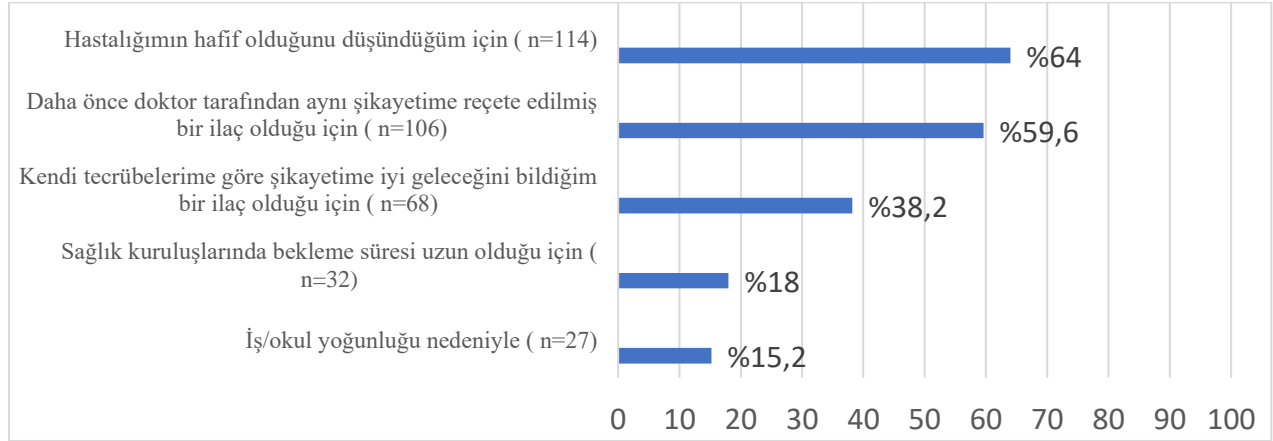
Tablo 2. Reçetesiz ilaç kullanım durumunun sürekli ilaç kullanımını gerektirecek bir hastalık varlığı ile karşılaştırılması (N:383)

|  | Doktora başvurmadan reçetesiz ilaç kullanır mısınız |      |       |      |               |
|--|---|------|-------|------|---------------|
|  | Evet  |      | Hayır |      | p             |
| Sürekli ilaç kullanmanızı gerektirecek bir hastalığınız var mı | n   | %    | n     | %    |               |
| Evet   | 45  | 59,2 | 31    | 40,8 | <b>0,013*</b> |

Hayır

133 43,3 174 56,7

Katılımcıları reçetesiz ilaç kullanımına iten sosyal sebepler incelendiğinde ise, katılımcıların %64'ü (114 kişi) "hastalığının hafif olduğunu düşündüğüm için" ve %59,6'sı (106 kişi) "daha önce doktor tarafından aynı şikayetime reçete edilmiş bir ilaç olduğu için" cevabını vermiştir. Katılımcıların %7,9'u (14 kişi) "doktora ulaşmada güçlük yaşadığım için", %3,4'ü (6 kişi) "daha ucuza mal etmek için" %2,2'si (4kişi) sosyal güvencem bulunmadığı için", %0,6'sı (1kişi) "dergi, gazete, sosyal medya vb kaynaklardan ilacın faydalı olduğunu duyduğum için cevaplarını vermişlerdir. (Şekil 2)



Şekil 2. Reçetesiz ilaç kullanımında sosyal faktörler (N:178)

Reçetesiz ilaç kullanan katılımcıların, doktor harici kimin tavsiyesi ile ilaç aldıkları incelendiğinde ise, en çok ailelerinden (%70,7), sonrasında sırasıyla eczacı (%54,5), arkadaş (%22,2), akraba (%16,2) ve en az olarak tv, sosyal medya, dergi vb. (%2) den tavsiye yoluyla ilaç kullandıkları belirlenmiştir (n=178).

Reçetesiz ilaç kullandıklarını ifade eden katılımcıların %76,9'u (137 kişi) her zaman veya sıklıkla son kullanma tarihini kontrol ettiğini ve %75,2'si (134 kişi) her zaman veya sıklıkla prospektüsü okuduğunu belirtmiştir. Son kullanma tarihini nadiren kontrol eden veya hiç kontrol etmeyen ve prospektüsü nadiren okuyan veya hiç okumayanların oranı sırasıyla %10,1 (18 kişi) ve %12,4 (22 kişi) olarak bulunmuştur (n=178). Katılımcıların %89'u (341 kişi) iyileştikten sonra kalan ilaçları sakladığını ifade etmiştir (n=383).

Araştırmaya katılanların %75,8'i (135 kişi) reçetesiz kullandıkları ilacın yan etkilerinden haberdar olduğunu, %24,2'si (43 kişi) ise reçetesiz ilacının yan etkileri ile ilgili bilgi sahibi olmadığını belirtmiştir. Reçetesiz ilaç kullananların %89,9'u (160 kişi) kullandığı reçetesiz ilaçtan herhangi bir yan etki görmediğini, %10,1'i (18 kişi) ise kullandığı reçetesiz ilaçlardan yan etki gördüğünü belirtmiştir.

Katılımcıların yaş ortancaları reçetesiz ilaç kullanma durumu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Reçetesiz ilaç kullanım durumunun sosyo-demografik özelliklere göre karşılaştırılması Tablo 3'te gösterilmiştir. Üniversite öğrencilerinin kayıtlı oldukları bölüm ile reçetesiz ilaç kullanım davranışları arasında istatistiksel bir anlamlılık bulunmaktadır (p=0,021). Buradaki istatistiksel anlamlılık, Doğa ve Mühendislik Bilimleri ile diğer iki fakülte arasındaki farktan kaynaklanmaktadır (p=0,014). Anket sonuçlarına göre Doğa ve Mühendislik Bilimleri Fakültesi öğrencileri diğer iki fakülte öğrencilerine göre daha fazla reçetesiz ilaç kullanmaktadır. Yapılan analizler sonucu reçetesiz ilaç kullanım alışkanlıkları ile diğer sosyo-demografik özellikler arasında anlamlı bir istatistiksel farklılık saptanmamıştır.

**Tablo 3. Reçetesiz ilaç kullanım durumunun sosyo-demografik özelliklere göre karşılaştırılması (N:178)**

|                       |  | REÇETESİZ İLAÇ KULLANMA DURUMU |      |       |      |               |
|-----------------------|--|--------------------------------|------|-------|------|---------------|
|                       |  | Evet                           |      | Hayır |      | p             |
|                       |  | n                              | %    | n     | %    |               |
| Cinsiyet              | Erkek                                      | 55                             | 45,1 | 67    | 54,9 | 0,709         |
|                       | Kadın                                      | 123                            | 47,1 | 138   | 52,9 |               |
| Okuduğu fakülte       | Sağlık Bilimleri <sup>a</sup>              | 96                             | 43,6 | 124   | 56,4 | <b>0,021*</b> |
|                       | Beşeri ve Sosyal Bilimler <sup>a</sup>     | 37                             | 41,6 | 52    | 58,4 |               |
|                       | Doğa ve Mühendislik Bilimleri <sup>b</sup> | 45                             | 60,8 | 29    | 39,2 |               |
| Nasıl ikamet ettiği   | Ailemle                                    | 125                            | 47,9 | 136   | 52,1 | 0,363         |
|                       | Aileden ayrı, evde                         | 35                             | 46,1 | 41    | 53,9 |               |
|                       | Yurtta                                     | 18                             | 41,9 | 25    | 58,1 |               |
|                       | Diğer                                      | 0                              | 0    | 3     | %100 |               |
| Sosyal güvence durumu | Evet                                       | 156                            | 46,2 | 182   | 53,8 | 0,730         |
|                       | Hayır                                      | 22                             | 48,9 | 23    | 51,1 |               |
| Gelir durumu          | Geliri>gider                               | 50                             | 48,5 | 53    | 51,5 | 0,470         |
|                       | Gelir=gider                                | 85                             | 48,3 | 91    | 51,7 |               |
|                       | Geliri<gider                               | 43                             | 41,3 | 61    | 58,7 |               |

\*Farklı üst indisler, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığı belirtmektedir.

## TARTIŞMA

Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre katılımcıların hastalandıklarında bir hekim veya sağlık kuruluşuna başvurdukları (%30,7) ancak önemli bir kısmının da farklı tutum ve davranışlar sergiledikleri belirlenmiştir. Bu durum, bireylerin iyileşme süresini uzatabilmekte, istenmeyen yan etkiler ve benzeri durumlara çeşitli sorunlara yol açabilmektedir. Çalışmamız sonuçlarıyla uyumlu bir şekilde, İstanbul'da yapılan başka bir araştırmada katılımcıların önemli bir kısmının (%52,8) eczaneden reçetesiz ilaç satın aldığı tespit edilmiştir (16). Mersin'de yürütülen benzer bir araştırmada ise bu oran %31,3 bulunmuştur (17).

Toplumda bu davranışın yaygın olmasının sebepleri arasında; çoğu ilacın reçetesiz olarak satın alınabilmesi, bazı ilaçların bedelinin hekim muayene ücretlerine göre düşük olması, sağlık kuruluşlarına erişimdeki zaman ve lojistik problemler (sağlık kuruluşunun uzak olması, iş yerinden izin alamama vb) gösterilebilir. Bu konuda yapılan başka bir çalışmada da katılımcıların %28,4'ünün akraba, arkadaş, komşu gibi tanıdık kişilerin tavsiyeleriyle ilaç kullanabildiği belirlenmiştir (20). Bu durum, sağlık gibi kişinin hayatını doğrudan etkileyen önemli bir konuda dahi bireylerin sosyal etkileşimlerinin önemini göstermektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre reçetesiz ilaç kullananların büyük bir kısmının kullandıkları reçetesiz ilacın yan etkisini bildikleri belirlenmiştir (%75,8). Başka bir çalışmada da benzer sonuçlar

bulunmuş, katılımcıların %76,6'sının kullandıkları ilaçların yan etkilerini bildikleri belirlenmiştir (18). Bu durum, üniversite öğrencileri arasında ilaç kullanımı öncesinde prospektüs okuma konusunda bir bilincin olduğunun göstergesi olabilir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonuçları değerlendirilirken bazı sınırlılıklarının olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Öncelikle araştırma yapılan üniversitede, sadece bir grup öğrencinin araştırmaya dâhil edilmesinden dolayı araştırma sonuçlarının topluma genellenmesi mümkün değildir ve farklı eğitim düzeyleri ile reçetesiz ilaç kullanım davranışının değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Araştırma sonuçları, öğrencilerin sosyal güvencenin olmaması, hekime ulaşmada güçlük vb. hekime ulaşmasını engelleyen olumsuz durumlar olmamasına rağmen reçetesiz ilaç kullanma oranının yüksek olduğunu göstermektedir. Doğa ve Mühendislik Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin diğer iki fakülte öğrencilerine göre daha fazla reçetesiz ilaç kullandığı görülmüştür. Bu fakültedeki öğrencileri reçetesiz ilaç kullanımına iten sebepler daha detaylı olarak araştırılabilir. Üniversite öğrencilerinin reçetesiz ilaç kullanımının potansiyel olumsuz yönleri konusunda bilinçlendirilmesi, bu konuda davranış değişikliklerini tetikleyecek seminer, sunum, afiş vb materyallerin kullanılması yapılabilecek iyi uygulama örneklerindedir. Öğrencilerin üniversite kampüslerinde bulunan aile sağlığı merkezleri veya mediko-sosyal birimler gibi birinci basamak sağlık hizmeti veren sağlık kuruluşlarından danışmanlık almaları önerilebilir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmamızın tamamlanmasında emeği geçen Arş. Gör Dr. Eren Büyüközmen ve İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi dönem üç öğrencilerinden (alfabetik sırayla) Barış Duman, Gülce Duman, Gürbüz Tankut ve Nurullah Moğul'a teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

1. Kayaalp, S. O. (2009). Rasyonel tedavi yönünden tıbbi farmakoloji. Ankara, Pelikan Yayıncılık, 132-43
2. Angamo, M. T., Wabe, N. T. ve Raju, N. J. (2011). Assessment of Patterns of Drug Use by Using World Health Organization's Prescribing, Patient Care and Health Facility Indicators in Selected Health Facilities in Southwest Ethiopia Journal of Applied Pharmaceutical Science, 1(7): 62-66.
3. World Health Organization. (1987) The rational use of drugs : report of the Conference of Experts, Nairobi, 25-29 November 1985. 23.04.2021 tarihinde <https://apps.who.int/iris/handle/10665/37174> adresinden erişildi.
4. World Health Organization. (2002). Promoting rational use of medicines : core components. 23.04.2021 tarihinde <https://apps.who.int/iris/handle/10665/67438> adresinden erişildi.
5. World Health Organization. (2009). Medicines use in primary care in developing and transitional countries: Fact book summarizing results from studies reported between 1990 and 2006 23.04.2021 tarihinde [http://www.who.int/medicines/publications/primary\\_care\\_8April09.pdf](http://www.who.int/medicines/publications/primary_care_8April09.pdf) adresinden erişildi.
6. Ekenler, Ş, Koçoğlu, D. (2016). Bireylerin Akılcı İlaç Kullanımıyla İlgili Bilgi ve Uygulamaları. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 3 (3), 44-55. 23.04.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/en/pub/hunhemsire/issue/27605/331964> adresinden erişildi.
7. World Health Organization. (2007) . World Health Assembly Resolution 60.16. Progress in the rational use of medicine 23.04.2021 tarihinde ( [https://apps.who.int/gb/archive/pdf\\_files/WHA60/A60\\_24-en.pdf](https://apps.who.int/gb/archive/pdf_files/WHA60/A60_24-en.pdf) ) adresinden erişildi.

8. Wertheimer AI, Serradell J. A discussion paper on self-care and its implications for pharmacists. *Pharm World Sci.* 2008 Aug;30(4):309-15. doi: 10.1007/s11096-007-9187-y. Epub 2008 Jan 18. PMID: 18202902.
9. Gelayee DA. Self-Medication Pattern among Social Science University Students in Northwest Ethiopia. *J Pharm (Cairo).* 2017;2017:8680714. doi: 10.1155/2017/8680714. Epub 2017 Jan 16. PMID: 28191360; PMCID: PMC5278208.
10. Ugrak, Ugur & Teke, Abdulkadir & Cihangiroglu, Necmettin & Uzuntarla, Yasin. (2015). Inpatients' attitudes towards the rationale use of drugs at a cardiology ward. *TAF Preventive Medicine Bulletin.* 14. 137. 10.5455/pmb.1-1405952444.
11. Passmore PR, Kailis SG. In pursuit of rational drug use and effective drug management: clinical and public health pharmacy viewpoint. *Asia Pac J Public Health.* 1994;7(4):236-41. doi: 10.1177/101053959400700408. PMID: 7605700.
12. World Health Organization. (2000). Guidelines for the regulatory assessment of medicinal products for use in self-medication. 23.04.2021 tarihinde <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66154> adresinden erişildi
13. Grigoryan, L., Haaijer-Ruskamp, F. M., Burgerhof, J. G., Mechtler, R., Deschepper, R., Tambic-Andrasevic, A., Andrajati, R., Monnet, D. L., Cunney, R., Di Matteo, A., Edelsein, H., Valinteliene, R., Alkerwi, A., Scicluna, E., Grzesiowski, P., Bara, A. C., Tesar, T., Cizman, M., Campos, J., Lundborg, C. S., ... Birkin, J. (2006). Self-medication with antimicrobial drugs in Europe. *Emerging infectious diseases*, 12(3), 452–459. <https://doi.org/10.3201/eid1203.050992>
14. Daban, F., Pasarín, M. I., Rodríguez-Sanz, M., García-Altés, A., Villalbí, J. R., Zara, C., & Borrell, C. (2010). Social determinants of prescribed and non-prescribed medicine use. *International journal for equity in health*, 9, 12. <https://doi.org/10.1186/1475-9276-9-12>
15. Green MA, Little E, Cooper R, et al Investigation of social, demographic and health variations in the usage of prescribed and over-the-counter medicines within a large cohort (South Yorkshire, UK) *BMJ Open* 2016;6:e012038. doi: 10.1136/bmjopen-2016-012038
16. Deniz, S . (2019). Akılcı ilaç kullanımına ilişkin tutum ve davranışların belirlenmesine yönelik bir araştırma. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi* , 22 (3) , 619-632 . 23.04.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hacettepesid/issue/48867/622693> adresinden erişildi
17. Yapıcı, G , Balıkçı, S , Uğur, Ö . (2011). Birinci basamak sağlık kuruluşuna başvuranların ilaç kullanımı konusundaki tutum ve davranışları . *Dicle Tıp Dergisi* , 38 (4) , 458-465 . DOI: 10.5798/diclemedj.0921.2011.04.0066
18. Ekenler, Ş , Koçoğlu, D . (2016). Bireylerin Akılcı İlaç Kullanımıyla İlgili Bilgi ve Uygulamaları . *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi* , 3 (3) , 44-55 . 23.04.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunhemsire/issue/27605/331964> adresinden erişildi

## COVİT-19 PANDEMİ DÖNEMİNDE HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİNİN KULLANIMI: ARTIRILMIŞ VE SANAL GERÇEKLIK UYGULAMALARI

### USE OF TECHNOLOGY IN NURSING EDUCATION DURING COVIT-19 PANDEMIA: AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY APPLICATIONS

**Şeyda KAZANÇ**

Öğretim Görevlisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı,

(Sorumlu Yazar)

**Şerife KARAGÖZOĞLU**

Prof. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı,

#### ÖZET

Covit-19 pandemisi, Dünya çapında eğitimin her kademesinde özellikle yükseköğretimde önemli zorluklar yaşanmasına neden olmuş, pandemi öncesi dönemde yüz yüze gerçekleştirilen eğitim acil ve beklenmedik bir şekilde çevrimiçi olarak yürütülmeye başlanmıştır. Hayatımızın büyük bir parçasını oluşturan teknolojik gelişmeler bu süreçte de önem ve gerekliliğini göstererek, eğitim-öğretimin vazgeçilmez enstürmanları haline gelmiştir. Hemşirelik eğitiminde de benzer süreç izlenmiş ve yüz yüze yürütülen teorik ve uygulama temelli eğitimler uzaktan eğitim teknolojileri kullanarak yürütülmeye başlanmıştır. Pandemi nedeniyle uzaktan gerçekleşen eğitim sürecindeki aksaklıkların yönetilmesi ve giderilmesinde eğitimin daha kaliteli ve etkin sürdürülmesinde teknoloji önemli bir rol oynamıştır. Çevrimiçi uzaktan eğitim süreci yalnızca eğitim içeriğinin kullanılan sisteme yüklenmesi değil, öğrenciler için sorumluluk, esneklik ve seçim sağlayan bir öğrenme süreci olmuştur. Etkili bir öğrenme için dikkatli planlama, tasarım ve hedeflerin belirlenmesini gerektiren karmaşık bir süreç yaşanmıştır. Öğrenciler, kullanılan yazılım ve bilgisayar teknolojileri sayesinde uygulama sürecini izleyebilmekte ve gerçekleştirdikleri eylemin değerlendirmesini yapabilmektedir. Bilgisayar teknolojisinin kullanıldığı yapılan çalışmalarda öğrencilerin memnuniyet, beceri ve kendilerine olan güvenlerinin arttığı, kaygılarının azaldığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda kullanılan eğitim yöntemlerinden biri olan sanal gerçeklik uygulamaları uzaktan öğretim süreçlerinde klinik uygulamaya hazırlık aşaması olarak büyük bir boşluğu doldurabilmektedir. Bu bağlamda bu derleme çalışmamızda, teknolojinin eğitim hayatındaki önemi, ileri teknolojinin ürünü olan ve pandemi döneminde önemi katlanarak artan sanal gerçeklik uygulamalarının hemşirelik eğitiminde kullanımı üzerinde durulmuş ve örneklendirmeler ile bu uygulamaların önemi-gereği tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Pandemi, Hemşirelik eğitimi, Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik

#### ABSTRACT

The Covid-19 pandemic has caused significant difficulties at all levels of education, especially in higher education, worldwide, and face-to-face training in the pre-pandemic period began to be carried out urgently and unexpectedly online. Technological developments, which constitute a large part of our lives, have become indispensable instruments of education by showing their importance and necessity in this process. A similar process was followed in nursing education, and face-to-face theoretical and practice-based trainings were started using distance education technologies. Technology has played an important role in the management and elimination of disruptions in the education process that occurred due to the pandemic in a better quality and effective way. The online distance education process has not only been the uploading of educational content to the system used, but a learning process that provides responsibility, flexibility and choice for students. There has been a complex process requiring careful planning, design and setting goals for effective learning. Thanks to the software and computer technologies used, students can follow the application process and evaluate the action they take. In studies using computer technology, it was determined that students' satisfaction, skills and self-

confidence increased, and their anxiety decreased. Virtual reality applications, one of the training methods used in this direction, can fill a huge gap in distance education processes as a preparation stage for clinical practice. In this context, in this review study, the importance of technology in education life, the use of virtual reality applications, which are the products of advanced technology and whose importance has increased exponentially during the pandemic period, are emphasized and the importance and necessity of these applications are discussed with examples.

**Keywords:** Pandemic, Nursing education, Augmented Reality, Virtual Reality

## GİRİŞ

Teknoloji yaşamın birçok alanında kullanılmakta olup, günlük hayatımızın da vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiştir. Teknoloji sağlık, ekonomi, eğitim gibi birçok alanda meydana gelen önemli gelişim ve değişimlerin asıl kaynağı olmuştur. Bu kapsamda öngörülemeyen ve toplum hayatına yönelik gelişmelerin yaşandığı dönemlerde teknoloji birçok alanda kolaylık sağlamıştır (Adedoyin Babatunde & Soykan, 2020). Dünya sağlığını etkileyen bu gelişmelerden biri olan Covid-19 pandemisi rutin hayat akışında değişikliklere yol açmış, bu süreçte en zorlu mücadele sağlık alanında verilmiştir. Eğitim faaliyetleri de bu süreçte ciddi zorluklarla karşı karşıya kalmış ve hızlı çözüm üretilmesi gereken alanlardan biri haline gelmiştir (Lovric et al., 2020). Dünya Sağlık Örgütü'nün önerileri doğrultusunda genel olarak günlük yaşama dair yapılan kısıtlamalar, fiziksel mesafenin korunması, sokağa çıkma yasakları gibi önlemler uygulanmış ve hala uygulanmaya devam etmektedir (WHO, 2020). Bu doğrultuda tüm eğitim kademelerinde yüz yüze gerçekleştirilen eğitimler sonlandırılarak, eğitim online platformlarda yürütülmeye çalışılmıştır. Hemşirelik eğitiminde de benzer süreç izlenmiş ve yüz yüze yürütülen teorik ve uygulama temelli eğitimler uzaktan eğitim teknolojileri kullanarak yürütülmeye başlanmıştır (Bozkurt & Sharma, 2020; Coeckelbergh, 2020). Bu süreç geleceğin hemşire adaylarının eğitiminde de çeşitli zorluklar yaşanmasına neden olmuştur. Teknolojik kaynakları ve öğrenme yönetim sistemlerini halihazırda aktif kullanan üniversiteler uzaktan eğitim sürecine geçiş aşamasına hızlı uyum sağlarken, bu teknoloji ve yöntemleri yeni kullanmaya başlayan üniversite ve hemşire akademisyenlerin uzaktan eğitim planlama ve yürütme süreci eğiticinin motivasyonuna ve tecrübesine bağlı olarak değişiklik göstermiştir (Leigh et al., 2020).

Öğrenme yönetim sistemleri aracılığı ile e-öğrenme kavramı ortaya çıkmış ve uzaktan eğitimin temel bileşeni haline gelmiştir. Hemşirelik eğitiminde hedeflenen yüksek kalite ve öğrenci odaklı derslerin yürütülmesi hedeflenmiş, derslere yönelik program ve öğrenme çıktıları belirlenmiştir (Bozkurt & Sharma, 2020). Öğrenme yönetim sistemleri eğitim programları ve derslerin dokümantasyonu, izlenmesi, raporlanması ve otomasyonu için geliştirilen yazılımlardır. Hemşirelik eğitiminde kısıtlı olarak kullanılan bu yöntemler Covid-19 etkisi ile öğrencilere yeni öğrenme deneyimi sunmuş ve hemşire akademisyenler tarafından da aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır (Adedoyin Babatunde & Soykan, 2020; Leigh et al., 2020).

## HEMŞİRELİK EĞİTİMİ

Hemşirelik sosyal ihtiyaçlara, toplumun sosyo-ekonomik durumuna ve küresel değişikliklere göre büyüyen ve şekillenen dinamik bir meslektir (Chen et al., 2015; Mucuk et al., 2021). Hemşirelik eğitimi Türkiye'de yükseköğretim düzeyinde ve yüz yüze eğitim ortamlarında gerçekleştirilmektedir. Literatüre göre hemşirelik eğitimi ve uygulama sürecinin zor olması öğrencilerin diğer disiplinlere göre daha fazla kaygı yaşamalarına yol açmaktadır (Chen et al., 2015; Sancar et al., 2018). Bu doğrultuda Covid-19 salgını sonrası eğitim sürecinde de aksaklıkların yaşanması hem öğrencilerde gelecek kaygısı yaşamalarına yol açmış, hem de başarısızlık ve özgüven kaybı oluşturmuştur. (Chen et al., 2015). Pandemi nedeniyle uzaktan gerçekleşen eğitim sürecindeki aksaklıkların yönetilmesi ve giderilmesinde eğitimin daha kaliteli ve etkin sürdürülmesinde teknoloji önemli bir rol oynamıştır.

Türkiye'de mart 2020 den itibaren yaklaşık bir yıllık dönemde hemşirelikte teorik eğitim web tabanlı olarak yürütülmüş, klinik uygulamalar ise ileri bir tarihte yapılmak üzere ertelenmiştir (Konukbay et al.,

2020). Çevrimiçi uzaktan eğitim süreci yalnızca eğitim içeriğinin kullanılan sisteme yüklenmesi değil, öğrenciler için sorumluluk, esneklik ve seçim sağlayan bir öğrenme süreci olmuştur. Etkili bir öğrenme için dikkatli planlama, tasarım ve hedeflerin belirlenmesini gerektiren karmaşık bir süreç yaşanmıştır (Rapanta et al., 2020). Bu bağlamda, ileriye dönük olarak çevrimiçi uzaktan eğitim uygulamaları basit araçlar, ipuçları ve püf noktalarını paylaşmanın ötesine geçmeli ve öğrencilerin değişen ihtiyaçları, öğrenme hedefleri ve araçlarının kullanılabilirliğine, erişilebilirliğine odaklanmalıdır. Üzerinde durulması gereken bir diğer önemli nokta, öğrencilerin sürece nasıl dahil olduklarıdır (Rapanta et al., 2020). Uzaktan eğitim öğrenciler için her zaman alternatif ve esnek bir seçenek olsa da, acil durumlarda uzaktan öğretim bir zorunluluk olup, beceri eğitiminde farklı stratejiler kullanmayı ve olgulara farklı önceliklerle yaklaşmayı gerektirmektedir (De Gagne et al., 2013). Bu doğrultuda kullanılan eğitim yöntemlerinden biri olan sanal gerçeklik uygulamaları uzaktan öğretim süreçlerinde klinik uygulamaya hazırlık aşaması olarak büyük bir boşluğu doldurabilmektedir (Bozkurt & Sharma, 2020; De Gagne et al., 2013).

## HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİ KULLANIMIN ÖNEMİ

Hemşirelik eğitimi teorik eğitim sonrası uygulama üzerinden yürütülen, bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerin harmanlandığı uzun periyodlu formal bir süreçtir. Günümüzde değişen gereksinimler ve öğrenme hedefleri doğrultusunda uygulamalı eğitim için teknolojik yöntemlerin olgulara dayandırıldığı uzaktan öğretim oturumlarına eğilim artmıştır (Ackerman, 1998). Küçük ve büyük gruplarla planlanan eğitimler öğrencilere güvenli bir ortam sunarak, uygulamalarını hatasız bir şekilde yapana kadar tekrarlama imkânı sunmaktadır (Akalın et al., 2020). Bu kapsamda öğrenci beceriyi etkili bir şekilde öğrenebilmektedir. Öğrenciler, kullanılan yazılım ve bilgisayar teknolojileri sayesinde uygulama sürecini izleyebilmekte ve gerçekleştirdikleri eylemin değerlendirmesini yapabilmektedir. Bu bağlamda bilgisayar teknolojisinin kullanıldığı yüksek gerçeklikli simülasyon ile yapılan çalışmalarda öğrencilerin memnuniyet, beceri (Reinhardt et al., 2012; White et al., 2013) ve kendilerine olan güvenlerinin arttığı (Aqel & Ahmad, 2014), kaygılarının azaldığı (Aqel & Ahmad, 2014; Perkins, 2007; Willhaus, 2016) belirlenmiştir.

Alinier ve Platt 2013 yılında gelişen dünya uygulamalarına ayak uydurmak için geleneksel eğitim yöntemleri ile teknolojinin harmanlanarak kullanılması ile eğitim kalitesinin artacağını savunmuştur (Alinier & Platt, 2013). Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü tarafından yayınlanan altın standartlarda, teknolojiye paralel olarak öğretim yöntemlerinden elektronik öğrenmeye ve simülasyona yer verilmesi önerilmektedir (Organization, 2009). Hemşirelik eğitiminde teknolojinin gelişimi ile kullanılmaya başlanan önemli bir eğitim yöntemi de sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamalarıdır (Choi et al., 2015). Sanal gerçeklik eğitimleri pilot ve astronotların eğitimi için uçuş simülasyonları, fizik ve biyoloji bilimlerindeki bilimsel deneyimler, tıbbi teşhis ve tedavi ile üç boyutlu video oyunları olmak üzere geniş bir alana yayılmış bulunmaktadır. Hemşirelik eğitiminde karmaşık beceri uygulamalarında da gerçek ortam etkin bir şekilde canlandırabilmektedir. Bu yönüyle sanal gerçeklik uygulamaları teorik eğitimin uygulamaya aktarılmasında kolaylık sağladığı için eğitimciler tarafından da giderek tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir. (Choi et al., 2015; Gündoğdu et al., 2017).

### Artırılmış ve Sanal Gerçeklik Teknoloji ve Uygulamaları

Günümüzde teknolojideki gelişim ve değişimler eğitim stratejileri ve materyallerini de etkilemiştir. Dijital eğitim teknolojileri son yıllarda sağlık alanında geniş kullanım alanına ulaşmış ve "Z kuşağı" gençlerin taleplerini karşılamıştır. Bu eğitim yöntemlerinden olan artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojisi ve uygulamalarının günlük hayata olan yansımaları göz önüne alındığında, hemşirelik eğitimini de ileriye taşıyacak bir yaklaşım olduğu öngörülmektedir (Demirer & Erbaş, 2015; Martlı & Dinçer, 2020).

Artırılmış gerçeklik kavramı; bir kullanıcıya nesne veya ortam hakkında ek bilgi sağlamak için var olan gerçekliğin üzerine yapılandırılmış ve bilgisayar tarafından geliştirilmiş yeni bir gerçeklik katmanı olarak açıklanabilir. Bu yeni katman bilgisayar tarafından oluşturulan görüntü ve nesnelere içermekte olup, mevcut gerçekliği daha anlamlı ve interaktif hale getirerek öğrenmeyi güçlendirir. Artırılmış gerçeklik, gerçek ile sanalın birbirinden izole olmadığı, tam tersine daha da iç içe girdiği bir gerçekliktir. Bu uygulamalar sayesinde sanal ile gerçeğin arasındaki sınırlar daha geçişken bir hal kazanır (Bayram



& Caliskan, 2019; Korucu et al., 2016; Wüller et al., 2019) Nitekim artırılmış gerçeklik uygulamaları mobil cihazların kullanımıyla toplumsal yaşama girmiş ve vazgeçilemez bir boyut kazanmıştır.

Sanal gerçeklik kavramı ise; gerçek hayatın veya durumların bilgisayar destekli olarak simüle edilmesi ve yapay biçimde yeniden oluşturulması anlamına gelmektedir. Sanal gerçeklikte tamamen gerçek dışı bir deneyim yaşanmasına karşın, simüle edilmiş görsel ve işitsel içerik bireyin o anki durumu hakikaten yaşadığına dair güçlü bir algıya yol açar. Sanal gerçeklik teknolojisi ise; beş duyu organının sanal bir dünyanın içerisinde gerçekten bulunuyormuş gibi hissetmesini sağlayan dijital ve fiziksel elementlerin bütünü kapsar. Günümüzde sanal gerçeklik teknolojisi inanılmaz bir hızla gelişmektedir (Hardie et al., 2020; Pottle, 2019). Bu teknolojinin en yaygın kullanılan araçları da sanal gerçeklik gözlükleridir. Sanal gerçeklik gözlükleri beş duyu organından sadece ikisini olan görme ve duymayı kullanır. Bu iki duyu organı dışındaki duyu organlarının da kullanılmasına yönelik geliştirilen teknolojiler mevcuttur (Şekerci, 2017). Örneğin sanal gerçeklik gözlüklerine takılabilen bir koku alma maskesi ile üçüncü duyu da devreye girebilmektedir. Birey kokuların yanı sıra ortamdaki sıcaklığı ya da esen rüzgarı bu maske sayesinde hissedebilir. Sanal gerçeklik gözlükleri ile 3D tasarlanmış bir dünyanın içerisinde istenilen yöne bakabilir ve istenildiği gibi dolaşılabilir (De Gagne et al., 2013; Hardie et al., 2020; Kang et al., 2020; Martlı & Dinçer, 2020). Sanal gerçeklik teknolojisi dokunma hissini simüle etmeyi amaçlayan cihazları da içermekte olup, bunlardan bir tanesi de sanal gerçeklik eldivenidir. Bu eldiven sanal gerçeklik dünyasında bir nesnenin ele alınmasıyla veya bir nesneye dokunulduğunda ele belli bir kuvvet geri bildirimini yaparak gerçekçi bir his sağlayabilmektedir (Kim et al., 2020). Sanal gerçeklik uygulamaları yüksek çözünürlüklü projeksiyonların duvarlara yansıtılmasıyla birlikte "oda" deneyimine de olanak sağlayabilmektedir (De Gagne et al., 2013).

## **Covit-19 Pandemisinde Uzaktan Eğitimde Kullanılabilecek Artırılmış Gerçeklik Örnekleri**

### **BodyExplorer**

BodyExplorer, sanal gerçekliği (VR) fiziksel gerçeklikle birleştiren geliştirilmekte olan bir simülatördür. Hasta simülatorlerinin üzerine yerleştirilmiş bir "x-ray görüntüsü" ile anatomi, fizyoloji ve klinik prosedürlerin uygulanmasına olanak sağlayan bir teknolojidir (Foronda et al., 2016). Bedenin anatomisini keşfetmek için sensörlü bir kalem kullanılmakta ve kalem aracılığı ile simülator üzerindeki görünüm pencereleri açılarak anatomi ve fizyolojinin öğrenilmesine imkan sağlamaktadır. Pencereler açıldıktan sonra öğrenciler simüle ilaç ve uygulamaları gerçekleştirebilir, aynı zamanda uygulamaların hasta üzerindeki fizyolojik etkilerini gözlemleyebilir. Ayrıca simülator gerçekleştirilen uygulama türüne göre gerçek hastanın verdiği tepkileri verebilir. Örneğin intravenöz yoldan kardiyovasküler sistem üzerine etkili olan bir ilaç uygulaması yapıldığı zaman öğrenciler elektrokardiyogramdan dalgalanmaları takip edebilir (Samosky et al., 2012).

BodyExplorer teknolojisi öğrenciler için sanal bir ortam yaratarak, ekip koordinasyonu için uygun bir ortam sağlayabilmektedir. Ayrıca ilaçları değerlendirme, order etme, hazırlama ve uygulama becerisi, klinik cihazların kullanımı, bireysel ve ekip çalışmalarında bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerin geliştirilmesi için de bu teknoloji kullanılmaktadır (Foronda et al., 2016)

### **Microsoft HoloLens**

Microsoft HoloLens, kişinin başına takılan bir "karma gerçeklik" cihazıdır. Bilgisayar aracılığı ile kişinin öğrenme alanına yönlendirilen görüntüler yüksek çözünürlüklü hologramları görüntülemesini sağlar. Işıklandırma teknolojisi aracılığı ile insan vücudunun farklı katmanlarının görüntülenmesine olanak sağlar. Anatomi ve fizyoloji eğitimlerinde kullanılabilmektedir. Bu teknolojinin kullanılması kadavra ihtiyacını azatmış kas ve kemiklerin üç boyutlu görüntülenebilmesine olanak sağlamıştır. (Wang et al., 2017)

### **Google Glass**

Google tarafından üretilmiş giyilebilir ve artırılmış gerçeklikten yararlanan bir teknolojidir. Google glass gözlük benzeri beş megapiksellik çözünürlükte fotoğraf ve 720p çözünürlükte video çekebilen bir kameraya sahip giyilebilir bilgisayardır. Kemik iletimli ses dönüştürücü, entegre prizmatik görüntü ekranı, çeşitli sensörler ve kablosuz ağ bağlantısı gibi özellikleri bulunmaktadır. Sağlık eğitiminde teşhis ve tedavi sürecinde kullanılmaktadır (Byrne & Senk, 2017; Demirer & Erbaş, 2015). Kayıt özelliği anlık ekran yansıtma aracılığı ile eğitici tarafından gerçekleştirilen uygulamaları eşzamanlı olarak

öğrencilerin de izlemesine ve süreci değerlendirmelerine olanak sağlamaktadır. Hemşirelik eğitiminde kullanımı henüz çok sınırlıdır (Aldaz et al., 2015)

### **Covit-19 Pandemisinde Uzaktan Eğitimde Kullanılabilecek Sanal Gerçeklik Teknolojisi Örnekleri**

#### **vSim for Nursing Laerdal**

vSim for Nursing Laerdal ismi ile geliştirilen bu teknoloji web tabanlı bir eğitim sistemi olup, tek kullanıcı bir sistem ile öğrencilerin bilişsel kazanımlarını sanal ortamda uygulamalarına imkân sağlamaktadır.(Foronda et al., 2016). Bu teknoloji Laerdal, Wolters Kluwer Health, and the National League for Nursing aracılığı ile geliştirilmiştir. vSim for Nursing Laerdal için farklı paketler hazırlanmıştır. Satın alınan pakete göre anelik, pediatri, gerontoloji, temel bilgiler ve farmakoloji için farklı senaryolar eşliğinde çeşitli tıbbi-cerrahi simülasyonlarda bilişsel temele dayalı uygulamaların kullanımı sağlanmaktadır.(*VSim for Nursing, ET:19.03.2021*, n.d.)(Erişim Tarihi:19.03.2021). Paket içeriğine göre uygulama sürecine bağlı öntest sontest anında geri bildirim sağlayan bir simülasyon performans puanı ve öğrenci eylemleri için zaman çizelgesi bulunur.

Öğrenciler yönlendirmeleri takip ederek hastayı değerlendirebilir, ilaç verebilir ve hemşirelik uygulamalarını gerçekleştirebilirler. Uygulamalar hastaya gerçekleştirilen hemşirelik girişimleri üzerinden değerlendirilmekle birlikte, yapılan hatalardan öğrenme imkanı da sunmaktadır. Performans değerlendirmesi renkler üzerinden yapılmakta, doğru uygulamalarda yeşil yanlış uygulamalarda kırmızı renk gösterilmektedir. Bu şekilde öğrenciler başarılı oldukları ve geliştirilmesi gereken becerileri görebilmektedir. Bu şekilde ev ortamında da güvenle kullanılabilen sanal simülasyon bağımsız öğrenmeye olanak sağlamaktadır (Foronda et al., 2016; *VSim for Nursing, ET:19.03.2021*). vSim for Nursing Laerdal teknolojisi teorik bilgiyi geliştirmek, vaka çalışması yada ödev olarak ve klinik uygulamayı geliştirmek amacıyla kullanılabilir. Bu teknoloji aynı zamanda uygulamalarda öncelik sırasının saptanmasında, klinik muhakeme, farmakoloji ve diğer hemşirelik girişimlerinin gerçekleştirilmesinde de kullanılabilir (Foronda et al., 2016).

#### **Digital Clinical Experience Shadow**

Bu teknoloji Elsevier işbirliği ile geliştirilmiştir. Hemşirelik, tıp ve diğer sağlık okullarında kullanılmaktadır. Önlisans, lisans ve lisansüstü hemşirelik eğitimlerinde kullanılmak üzere hazırlanmış modüller eşliğinde hemşirelik süreci, klinik muhakeme, hemşirelik becerilerinin uygulanması ve değerlendirilmesi için tasarlanmış internet tabanlı sanal hasta simülasyon paketidir. Digital Clinical Experience Shadow sanal bir ortamda 100.000'den fazla soruya yanıt verebilen ve gerçekçi konuşma imkanı sunan üç boyutlu animasyonlar üzerinden eğitim imkanı sunmaktadır. Bu teknoloji sayesinde öğrenciler hasta ile iletişim kurabilmekte ve sanal hastanın fiziksel muayenesini gerçekleştirebilmektedir (Health, 2019).

#### **SONUÇ**

Hemşirelik eğitimi yirmi yıl öncesine kadar eğitim sürecinde gerçekleştirilen gözlem ve deneyimler ile geleneksel eğitim yöntemleri ile yürütülmüştür. Teknolojinin gelişimi ile hemşirelik eğitiminde farklı yöntem ve teknikler kullanılmış, internet ve bilgisayar tabanlı eğitim faaliyetleri ön plana çıkmıştır. Teknolojinin ürünü olan artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamaları son yıllarda kullanılmaya başlanan eğitim yöntemleri arasında yerini almıştır. Yeni eğitim yöntemlerinden olan artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamaları hemşire öğrencilerin klinik ortamda gerçek hasta ile karşılaşmadan önce uygulamalarını hatasız yapana kadar tekrarlama ve ortama bağımlı olmadan uygulamalarını gerçekleştirebilme imkânı sunmaktadır. Artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamalarının mekana bağımlı olmadan yürütülebilmesi Covit-19 pandemi sürecinde de büyük bir avantaj sağlamış olup, çevrimiçi eğitimlerle vazgeçilmez bir noktaya ulaşmıştır. Bu bağlamda üniversitelerin teknolojik imkanları ölçüsünde artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamalarının müfredat programlarına entegre etmesi ve hemşire akademisyenleri tarafından kullanımının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Ackerman, M. J. (1998). The visible human project. *Proceedings of the IEEE*, 86(3), 504–511. <https://doi.org/10.1109/5.662875>
2. Adedoyin Babatunde, O., & Soykan, E. (2020). Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities. *Interactive Learning Environments ISSN:*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>
3. Akalin, A., Şahin, S., & Tarihi, G. (2020). Hemşirelik Eğitiminde Simülasyonun Kullanılması: Türkiye’de Lisansüstü Tezler Using Simulation in Nursing Education: A Review on Postgraduate Theses in Turkey. *Koç Üniveristesi Hemşirelik Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 17(2), 139–186. <https://doi.org/10.5222/HEAD.2020.37074>
4. Aldaz, G., Shluzas, L. A., Pickham, D., Eris, O., Sadler, J., Joshi, S., & Leifer, L. (2015). Hands-free image capture, data tagging and transfer using google glass: A pilot study for improved wound care management. *PLoS ONE*, 10(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121179>
5. Aqel, A. A., & Ahmad, M. M. (2014). High-Fidelity Simulation Effects on CPR Knowledge, Skills, Acquisition, and Retention in Nursing Students. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 11(6), 394–400. <https://doi.org/10.1111/wvn.12063>
6. Bayram, S. B., & Caliskan, N. (2019). Effect of a game-based virtual reality phone application on tracheostomy care education for nursing students: A randomized controlled trial. *Nurse Education Today*, 79, 25–31. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2019.05.010>
7. Bozkurt, A., & Sharma, R. C. (2020). Emergency remote teaching in a time of global crisis due to CoronaVirus pandemic. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), 1–6.
8. Byrne, P. J., & Senk, P. A. (2017). Google Glass in Nursing Education. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 35(3), 117–120. <https://doi.org/10.1097/cin.0000000000000339>
9. Chen, C. J., Chen, Y. C., Sung, H. C., Hsieh, T. C., Lee, M. S., & Chang, C. Y. (2015). The prevalence and related factors of depressive symptoms among junior college nursing students: A cross-sectional study. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*, 22(8), 590–598. <https://doi.org/10.1111/jpm.12252>
10. Choi, K. S., He, X., Chiang, V. C. L., & Deng, Z. (2015). A virtual reality based simulator for learning nasogastric tube placement. *Computers in Biology and Medicine*, 57, 103–115. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2014.12.006>
11. Coeckelbergh, M. (2020). The Postdigital in Pandemic Times: a Comment on the Covid-19 Crisis and its Political Epistemologies. *Postdigital Science and Education (2020)*, 2, 547–550. <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00119-2>
12. De Gagne, J. C., Oh, J., Kang, J., Vorderstrasse, A. A., & Johnson, C. M. (2013). Virtual worlds in nursing education: A synthesis of the literature. *Journal of Nursing Education*, 52(7), 391–396. <https://doi.org/10.3928/01484834-20130610-03>
13. Demirer, V., & Erbaş, Ç. (2015). Mobil Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının İncelenmesi ve Eğitimsel Açından Değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(3), 802–813. <https://doi.org/10.17860/efd.29928>
14. Foronda, C. L., Alfes, C. M., Dev, P., Kleinheksel, A. J., Nelson, D. A., O’Donnell, J. M., & Samosky, J. T. (2016). Virtually Nursing: Emerging Technologies in Nursing Education. *Nurse Educator*, 0(0), 1–4. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000295>
15. Hardie, P., Darley, A., Carroll, L., Redmond, C., Campbell, A., & Jarvis, S. (2020). Nursing & Midwifery students’ experience of immersive virtual reality storytelling: an evaluative study. *BMC Nursing*, 19(78), 2–12. <https://doi.org/10.1186/s12912-020-00471-5>
16. Kang, K.-A., Kim, S.-J., Lee, M.-N., Kim, M., & Kim, S. (2020). Comparison of Learning Effects of Virtual Reality Simulation on Nursing Students Caring for Children with Asthma. *International Journal of Environmental Research and Public Health Article*, 17(8417), 2–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228417>
17. Kim, S.-W., Kim, S. H., Kim, C. S., Yi, K., Kim, J.-S., Cho, B. J., & Cha, Y. (2020). Thermal display glove for interacting with virtual reality. *Scientific Reports*, 10(11403), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68362-y>
18. Konukbay, D., Efe, M., & Yıldız, D. (2020). Teknolojinin Hemşirelik Mesleğine Yansıması: Sistemik Derleme. *Health Sciences Journal of Nursing • Cilt*, 2(3), 175–182.

- <https://doi.org/10.48071/sbuhemsirelik.700870>
19. Korucu, A. T., Usta, E., & Yavuzaslan, İ. F. (2016). Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanımı: 2007-2016 Döneminde Türkiye’de Yapılan Araştırmaların İçerik Analizi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi (ALEG)*, 2(2), 81–92. [www.dergipark.ulakbim.gov.tr/aleg](http://www.dergipark.ulakbim.gov.tr/aleg)
  20. Leigh, J., Vasilica, C., Dron, R., Gawthorpe, D., Burns, E., Kennedy, S., Kennedy, R., Warburton, T., & Croughan, C. (2020). Redefining undergraduate nurse teaching during the coronavirus pandemic: use of digital technologies. *566 British Journal of Nursing*, 29(10), 566–570.
  21. Lovric, R., Farčić, N., Mikšić, Š., & Včev, A. (2020). Studying During the COVID-19 Pandemic: A Qualitative Inductive Content Analysis of Nursing Students’ Perceptions and Experiences. *Education Science*, 10(188), 1–18. <https://doi.org/10.3390/educsci10070188>
  22. Martlı, E. P., & Dinçer, U. (2020). Technology in nursing education: augmented reality. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi Pamukkale*, 1–12. <https://doi.org/10.5505/pajes.2020.38228>
  23. Mucuk, S., Ceyhan, Ö., & Tekinsoy Kartın, P. (2021). COVID-19 Pandemi Sürecinde Uzaktan Hemşirelik Eğitimi: Ulusal Deneyim. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(1), 33–36.
  24. Organization, W. H. (2009). *Global standards for the initial education of professional nurses and midwives Human Resources for Health Standards for nursing and midwifery initial education*. [http://www.who.int/hrh/nursing\\_midwifery/en/](http://www.who.int/hrh/nursing_midwifery/en/)
  25. Perkins, G. D. (2007). Simulation in resuscitation training . *Resuscitation*, 73, 202–211. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2007.01.005>
  26. Pottle, J. (2019). Education and Training Virtual Reality and the Transformation of medical education. *Future Healthcare Journal*, 6(3), 181–186.
  27. Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Guàrdia, L., & Koole, M. (2020). Online University Teaching During and After the Covid-19 Crisis: Refocusing Teacher Presence and Learning Activity. *Postdigital Science and Education*, 2, 923–945. <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00155-y>
  28. Reinhardt, A. C., Mullins, I. L., De Blicke, C., & Schultz, P. (2012). IV Insertion Simulation: Confidence, Skill, and Performance. *Clinical Simulation in Nursing*, 8(5). <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2010.09.001>
  29. Sancar, B., Yalcin, A. S., & Acikgoz, I. (2018). An examination of anxiety levels of nursing students caring for patients in terminal period. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 34(1), 94–99. <https://doi.org/10.12669/pjms.341.14285>
  30. Şekerci, C. (2017). Sanal Gerçeklik Kavramının Tarihçesi .: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Akademik Arama Motoru. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(54), 1126–1133. <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=4ae3dfcc-7c9e-4cfd-8b05-7492400022f8%40pdc-v-sessmgr01>
  31. *vSim for Nursing*, ET:19.03.2021. (n.d.). Retrieved March 19, 2021, from <https://laerdal.com/us/products/courses-learning/virtual-simulation/vsim-for-nursing/>
  32. Wang, S., Parsons, M., Stone-Mclean, J., Rogers, P., Boyd, S., Hoover, K., Meruvia-Pastor, O., Gong, M., & Smith, A. (2017). *Augmented Reality as a Telemedicine Platform for Remote Procedural Training*. <https://doi.org/10.3390/s17102294>
  33. White, A., Brannan, J., Long, J., & Kruszka, K. (2013). Comparison of instructional methods: Cognitive skills and confidence levels. *Clinical Simulation in Nursing*, 9(10), e417–e423. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2012.12.002>
  34. WHO,2020. (n.d.). Retrieved March 20, 2021, from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/events-as-they-happen>
  35. Willhaus, J. (2016). Simulation basics: How to conduct a high-fidelity simulation. *AACN Advanced Critical Care*, 27(1), 71–77. <https://doi.org/10.4037/aacnacc2016569>
  36. Wüller, H., Behrens, J., Garthaus, M., Marquard, S., & Remmers, H. (2019). A scoping review of augmented reality in nursing. *BMC Nursing*, 18(19), 2–11. <https://doi.org/10.1186/s12912-019-0342-2>

## HASTANE DIŞI KARDİYAK ARREST VAKALARINDA EKİP ÇALIŞMASI VE CPR UYGULAMALARININ KALİTESİ: HEMŞİRELİK BAKIŞ AÇISIYLA

### TEAMWORK AND QUALITY OF CPR PRACTICES IN OUT-OF-HOSPITAL CARDIAC ARREST CASES: FROM A NURSING PERSPECTIVE

**Şerife KARAGÖZÖĞLU**

Prof. Dr. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakóltesi Hemşirelik Bölümü,

(Sorumlu Yazar)

**Esra ELİK**

Yüksek Lisans Öğrencisi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı,

#### **ÖZET**

Hastane dışı kardiyak arrest vakaları 112 çalışanlarının en çok müdahalede bulunduğu vakalardır. Vakaların çoğuna yerinde veya ambulanza müdahale edilmektedir. Kardiyak arrest, serebral ve miyokardiyal iskemik hasar ve yaşamsal organlara yetersiz perfüzyon nedeniyle kalp debisinde ciddi azalmanın meydana geldiği acil bir durumdur. Ölüm oranlarının en çok görüldüğü vaka türlerinin başında kardiyak arrest gelmektedir. Bu tablonun tedavisi için Kowenhouen tarafından 1960’da kapalı göğüs kompresyonu tanımlanmasından günümüze kadar özellikle son on yılda ileri kardiyak yaşam desteği konusunda birçok değişiklik yaşanmıştır. Bu süre içinde dünyadaki gelişmeler doğrutusunda sürekli yenilenen kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR), kardiyak arrest sonrasında sağ kalım zinciri olarak adlandırılan bir dizi hayat kurtarıcı eyleme dönüşmüştür. Yüksek kalitede CPR ile hastanın önceki yaşam kalitesi ve fonksiyonel sağlık durumuna geri dönülmesi amaçlanır. Bu noktada vakaya müdahale eden acil sağlık çalışanlarının bilgi, beceri ve tutumları son derece önem arz etmektedir. Sağlık çalışanlarının vakaya müdahale şekillerinin doğru ve etkili olması, vaka yönetimi ve postkardiyak arrest bakımı ölüm oranlarının düşmesinde oldukça etkilidir. Ancak sağlık çalışanlarının bilgi-deneyim eksikliği yaŐanılan kaygıyı artırabilmekte ve bireye yapılan müdahaleleri olumsuz etkileyebilmektedir. Dolayısı ile sağlık çalışanlarının acil vakalara yaklaşımları ve müdahalelerinde ekip anlayışına sahip olmaları CPR uygulamasının kalitesini belirler. Bu anlamda acil sağlık çalışanlarının arasında hemşirelerin yer alması koordinasyon açısından büyük bir avantaj sağlar. Hemşireler arrest vakalarında profesyonel bilgi, beceri ve deneyimlerini kullanarak hastayı hayata döndürmeye önemli katkıda bulunan ekibin vazgeçilmez üyeleridir. Bu derleme çalışma ile sağlık hizmet sunucusu olan ve özveriyle çalışan sağlık çalışanlarının ekip ruhuyla gerçekleŐtirdiėi CPR uygulamalarına bir bakış ve gösterilen performansın incelenmesi hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kardiyak Arrest, Kardiyopulmoner Resüsitasyon, Ekip Çalışması, CPR Uygulaması

#### **ABSTRACT**

Out-of-hospital cardiac arrest cases are the 112 most frequently intervened cases. Most cases are handled on-site or in an ambulance. Cardiac arrest is an emergency case in which severe reduction in cardiac output occurs due to cerebral and myocardial ischemic damage and insufficient perfusion to vital organs. Cardiac arrest is the most common type of death. From the definition of closed-chest compression by Kowenhouen in 1960 to the present day, there have been many changes in advanced cardiac life support, especially in the last decade. During this time, cardiopulmonary resuscitation (CPR), which is constantly renewed in line with developments in the world, has turned into a series of life-saving actions called the survival chain after cardiac arrest. High-quality CPR is aspired after restoring the patient's previous quality of life and functional health status. At this point, the knowledge, skills, and attitudes of emergency health workers who intervene in the case are vital. Accurate and effective forms of case intervention by health workers, case management and postcardiac arrest care are very effective in reducing death rates. But the lack of knowledge and experience of health workers can increase anxiety and negatively affect individual interventions. Therefore, the fact that health workers have a team

understanding in their approach and intervention to emergency cases determines the quality of CPR practice. In this sense, the inclusion of nurses among emergency health workers provides a great advantage in terms of coordination. Nurses are indispensable members of the team who make a significant contribution to bringing the patient back to life using their professional knowledge, skills, and experience in arrest cases. This review aim is to look at the CPR practices are performed by health workers who are health service providers and work with dedication in a team spirit to examine the performance shown.

**Keywords:** Cardiac Arrest, Cardiopulmonary Resuscitation, Teamwork, CPR Application

## GİRİŞ

Kardiyak arrest, kardiyak fonksiyonların durması veya büyük arterlerde nabız alınamaması; solunum ve bilinç kaybı ile karakterize ani ve beklenmedik şekilde gelişen bir tablodur (Oğuztürk, Turtay, Tekin ve Sarıhan, 2011). Bu tabloda Kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR), en temel yaklaşımdır. CPR bazı geri dönüşümlü durumlar nedeniyle ani ve beklenmedik kalp durması yaşayan bireyleri tedavi etmek için geliştirilmiştir. Kardiyak arrest, ani bir ölümün ana nedenidir. Kardiyak arrestin birkaç tanımı vardır, ancak çoğunlukla kullanılan tanım şudur: kardiyak arrest, saptanabilir bir nabız, tepkisizlik ve apne olmamasıyla doğrulan kardiyak mekanik aktivitenin kesilmesidir (Oğuztürk ve ark., 2011; Ruzman, Tot, Iviç, Gulam, Ruzman ve Burazin, 2013). Hastanede yatan ve hastaneye yatış sırasında nabızı atan bir hastada meydana gelirse, "hastanede" olarak, hastane dışında nabızı atan bir bireyin başına gelirse de "hastane dışı" olarak sınıflandırılır (Ruzman ve ark., 2013).

Hastane dışı kardiyak arrest, önleme konusunda önemli ilerlemelere rağmen, dünyada her yıl milyonlarca insanın ani kardiyak arrest nedeniyle ölmesiyle önemli bir halk sağlığı ve tıbbi sorun olmaya devam etmektedir (Neşe ve Tetik, 2020; Karuthan ve ark., 2019; Majid ve ark., 2019). Avrupa ve ABD'de, kardiyak arrestin en önemli nedeni iskemik kalp hastalığıdır (Neşe ve Tetik, 2020; Dixe ve Gomes, 2015). Ülkemizde ölümlerin %40,3'ünden yine kardiyak vasküler hastalıklar sorumlu bulunmuştur ve koroner mortalite açısından en yüksek seviyededir (Kırağı ve Çalışkan, 2020). Hırvatistan'da yılda yaklaşık 6.000 kişi kalp durması geçirir (Ruzman ve ark., 2009). Kardiyak arrest durumunda uygulanan CPR teknikleri 50 yıldan daha uzun bir süre önce tanımlanmış ve ani kardiyorespiratuar arrestte bireylerin yaşama döndürülmesi için vazgeçilmez bir yaklaşım olarak kabul edilmiştir. Günümüzde CPR altta yatan ciddi hastalıkları olan ve genel hayatta kalma olasılığı düşük olan bireylerde arresti tedavi etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Ruzman ve ark., 2013). Akut miyokard enfarktüsü hastalarının yaklaşık üçte biri çoğu semptomların başlamasından bir saat sonra hastaneye ulaşmadan yaşamlarını kaybetmektedir (Neşe ve Tetik, 2020; Dixe ve Gomes, 2015). Kardiyak arrest hem hastane ortamı içinde hem de hastane dışında meydana gelebilir ve bu erken tanılama ve tedavi ihtiyacını gerektirir. Temel Yaşam Desteği (TYD) becerileri hakkında yeterli bilgi ve uygulama sağlayarak kardiyak acil durumlarla ilişkili yüksek mortalite oranını azaltmak mümkündür (Neşe ve Tetik, 2020; Majid ve ark., 2019).

TYD; ani kardiyak arrest, kalp krizi, inme ve yabancı cisim havayolu tıkanıklığı belirtilerinin tanınmasını ve anında CPR ve defibrilatör uygulamasını gerektirir (Neşe ve Tetik,2020; Türkmen ve ark., 2009; Almesned ve ark., 2014). Kalp durması ve kazalar ciddi sonuçları olan en yaygın acil durum türüdür, ancak basit manevralar ile iyileştirilebilir ve acil CPR hayatta kalma şansını iki veya üç katına çıkarabilir. İlk 3-5 dakika içinde yapılan CPR ve defibrilasyonun erken uygulanması ile % 49-75 sağ kalım oranına ulaşılabilir (Neşe ve Tetik,2020; Türkmen ve ark., 2009; Almesned ve ark., 2014).

Acil sağlık hizmetleri derhal müdahale gerektiren akut vakaların tanı ve tedavilerinin gerçekleştiği, en kaotik, riskin en çok olduğu, iş kazalarının ve iş risklerinin en yoğun yaşanabildiği durumları kapsar. Acil müdahalede, sağlık hizmetini en kısa sürede hızlı ve kaliteli bir şekilde sunmak ana hedeftir. Bu nedenle acil durumlarda verilen sağlık hizmetinin iyi organize edilmesi, sorunsuz bir şekilde yürütülmesi ve iyi şartlarda verilmesi gerekir (Söyük ve Arslan, 2017).

Kardiyak arrestin geç tanınması ve Temel Yaşam Desteği/TYD (Basic Life Support/BLS) algoritması hakkında yetersiz bilgi, yetersiz ekipman (monitörler, defibrilatörler ve resüsitasyon arabaları), kalitesiz CPR ve zayıf organizasyon sağ kalım oranını düşürmektedir. Bu bağlamda acil müdahale ekibinde yer

alan sağlık profesyonellerine ve özellikle de hemşirelere önemli sorumluluklar düşmektedir (Neşe ve Tetik, 2020).

## KARDİYAK ARRESTLER VE YAŞAM ZİNCİRİ

Kardiyak arrest tedavisi için Kowenhoven tarafından 1960'da kapalı göğüs kompresyonu tanımlanmasından günümüze kadar özellikle son on yılda ileri kardiyak yaşam desteği konusunda birçok değişiklik bildirilmiştir (Oğuztürk ve ark., 2011). İlk defa 1960 yılında Kouwenhoven, Knickerbocker ve Jude'nin kardiyak areste kapalı göğüs kalp masajı uygulayarak sağ kalan 14 hastayı bildirdiğinden bu yana 60 yıl geçmiştir. Bu süre içinde dünyadaki gelişmeler doğrultusunda sürekli yenilenen CPR, kardiyak arrest sonrasında sağ kalım zinciri olarak adlandırılan bir dizi hayat kurtarıcı eyleme dönüşmüştür. Yüksek kalitede CPR ile hastanın önceki yaşam kalitesi ve fonksiyonel sağlık durumuna geri dönülmesi amaçlanır (Kozacı ve ark., 2013). Hastane dışı kardiyak arrestler (HDKA), gelişmiş ülkelerdeki en önemli ölüm sebepleri arasındadır ve insidansının 100.000'de 55 hasta-yıl olduğu tahmin edilmektedir (Berdowski ve ark., 2010; Matsuyama ve ark., 2017). Bu hastalarda iyi sonlanım için en önemli faktörler kardiyak arrestin iyi tanınması, erken CPR ve hızlı defibrilasyondur. Literatürde HDKA hastalarında mortalite ve iyi nörolojik sağkalım oranları ile ilgili çeşitli veriler mevcuttur. Toplamda 17.613 HDKA hastasının incelendiği ve 131 merkezin katıldığı bir çalışmada, CPR uygulanmış hastaların hastaneden taburculuk oranının %9,2 ile %37,5 arasında değiştiği (Matsuyama ve ark., 2017), başka bir çalışmada ise HDKA ile hastaneye getirilmiş hastaların mortalitesinin %90'ın üzerinde olduğu (Matsuyama ve ark., 2017) bildirilmiştir. Başka büyük bir çalışmada ise CPR uygulanmış hastalardaki iyi nörolojik sonlanım oranı %12,5 olarak bulunmuştur (İslam, 2020).

Kardiyak arrest genellikle evde (yaklaşık 2/3 vakada), 50 yaşından büyük erkek hastalarda (yaklaşık 3/4 vakada) ve gündüz saatlerinde (yaklaşık 3/4 vakada 8-18 saatleri arasında) meydana gelmektedir. Hastane dışındaki kardiyak arrestlerde Acil Tıp Hizmeti sisteminin harekete geçirilmesi, TYD, defibrilasyon ve ileri kardiyovasküler yaşam desteği (İKYD) en kısa sürede sağlandığı takdirde hastanın sağ kalma olasılığı artmaktadır. Bu nedenle Amerikan Kalp Birliği (AHA) "Yaşam Kurtarma Zinciri"nde yer alan girişimlerin uygulanmasının gerektiğini ifade etmektedir. Yaşam kurtarma zinciri kavramı, mümkün olan en üst düzeyde sağ kalım için gerekli girişimleri tanımlamak için kullanılmaktadır. Amerikan Kalp Birliği (AHA) KAC 2020 kılavuzuna göre yaşam kurtarma zinciri 5 halkadan oluşmaktadır; birinci halka hızlı kardiyak arrestin derhal tanınması ve acil yanıt sisteminin aktive edilmesi, ikinci halka göğüs basılarının vurgulandığı erken kalp akciğer canlandırması (KAC), üçüncü halka hızlı defibrilasyon, dördüncü halka etkili ileri kardiyovasküler yaşam desteği, beşinci halka entegre kardiyak arrest sonrası bakımdır (Hazinski ve Field, 2012).

Amerikan Kalp Birliği (AHA) KAC 2020 kılavuzuna göre;

1. Yaşam kurtarma zincirinin ilk halkası hızlı kardiyak arrestin derhal tanınması ve acil yanıt sisteminin aktive edilmesidir. Hasta gerçekten arrest değilse bile göğüs kompresyonu nedeniyle hastaya zarar verme riski düşük olduğundan, arrest düşünülen kişiler için CPR başlatılması gerekir. Neden olarak yeni kanıtlar, kardiyak arrest olmayan bir kazazadeye göğüs kompresyonu uygulandığı zaman zarar görme riskinin düşük olması gösterilmektedir. Profesyonel olmayan kurtarıcılar, kazazedenin nabzının olup olmadığını doğru bir şekilde tespit edemezlerse bile, CPR yapmamanın verdiği zarar, gereksiz göğüs kompresyonunun verebileceği zarardan daha fazla olacaktır.

2. Yaşam kurtarma zincirinin ikinci halkası göğüs basılarının vurgulandığı erken KAC'dır. Olabildiğince kompresyonlara ara verilmeden devam edilmesi gerekmektedir. Kardiyak arrestteki yetişkinler için ventilasyonun, yaklaşık 500 ila 600 mL tidal volümler veya göğüste gözle görülür bir yükselme oluşturmaya yetecek kadar olması gerekmektedir. İleri hava yolu olmayan hastalarda, ağızdan veya balon-maske ventilasyonu kullanarak nefes verilmelidir (Özüçelik, 2020). Etkili kalp masajı ile ilgili olarak 2020 Amerikan Kalp Birliği KAC kılavuzunda dakikada en az 100 göğüs basısı ve derinliğinin yetişkinlerde en az 5cm olması önerilmektedir. Erken KAC amaçları; en iyi derecede doku perfüzyonu için kardiyak ve solunum desteği sağlamak, kişiyi en yakın donanımlı acil ve sonra yoğun bakım ünitesine (YBÜ) transfer etmek, arrest sebeplerini tanımak, kardiyak arrest nedenlerini düzeltmek ve tekrarlayan, aritmileri önlemek için antiaritmik ilaç tedavisi uygulamaktır (Hazinski ve Field, 2012). 1112 vaka üzerinde 4 yıl süren bir çalışmanın sonucunda, acil ünitesinde KAC ve defibrilasyon

uygulama zamanı 3 dk, paramedikler tarafından uygulama zamanı 6.5 dk olarak tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada, 1-3 dk sonra KAC ve defibrilasyon uygulandığında sağ kalımın %40'ları bulunduğu görülmüş (Marenco ve ark., 2001).

3.Yaşam kurtarma zincirinin üçüncü halkası hızlı defibrilasyondur. Ventriküler fibrilasyonun başlangıcından ilk defibrilasyona kadar geçen süre bu tedavinin etkinliğini belirleyen en önemli faktördür. Hastane dışı kardiyak arrestte tedavinin amacı kollaps sonrası mümkün olduğunca hızlı bir şekilde kalbin elektriksel defibrilasyonunu sağlamaktır. Hızlı ve erken defibrilasyon temel ve önemli girişimdir. Hayvan ve insan çalışmalarından elde edilen verilere göre, tanıklı VF sonrası hemen yapılan defibrilasyon sağ kalım oranını (%90'dan daha fazla) arttırmaktadır (Piori ve ark., 2003). Acil tıbbi teknisyenleri tarafından gerçekleştirilen erken eksternal defibrilasyonun sağ kalım oranını arttırdığı belirtilmiştir. 2020 Amerikan Kalp Birliği KAC kılavuzu, kurtarıcının hızla göğüs kompresyonlarına başlamasını ve mümkün olan en kısa zamanda otomatik eksternal defibrilasyon (OED) kullanılmasını önermektedir. Hastanede veya hastane dışında kardiyak arresti tedavi eden sağlık bakım çalışanları hemen KAC'a başlamalı ve en kısa sürede OED/defibrilasyonu kullanmalıdır. Monitörize hastalarda VF geliştiğinde ilk 3 dakika içinde şok verilmelidir. Defibrilatör hazırlanırken bu süre içinde beklemeden KAC uygulanmaya başlanmalıdır. Bu öneriler özellikle ani kardiyak arrestin başladığı anlarda OED ve defibrilatör elde edilebildiği durumlarda erken KAC ve hızlı defibrilasyonun önemini vurgulamak için tanımlanmıştır. Ayrıca 2020 kılavuzunda defibrilasyon girişimi için arka arkaya şoklardan ziyade, KAC'ı takiben tek bir şokun uygulanması vurgulanmaktadır (Hazinski ve Field, 2012; Berg ve ark., 2010). Ani kardiyak arrest yaşayan kişilerle yapılan bir çalışmada, acil tıbbi sistemin trafik problemi ve binaların çok fazla olması gibi sebepler nedeniyle istendiği gibi işlemediği görülmüş ve sağ kalım oranının %2 veya daha az olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle Amerikan Kalp Birliği (AHA), halk tarafından da defibrilasyon uygulanması kavramını ortaya koymuş ve OED'lerin uygulanması gündeme gelmiştir. Polisler, itfaiyeciler, güvenlik elemanları, hostes ve pilotlar gibi deneyimli kişilerin yanı sıra arrest vakası ile karşılaşan halktan kişilerinde uygulayabileceği OED'ler geliştirilmiştir. OED'lerin kullanılmaya başlanması hemen hızlıca müdahale imkanını sağlamaktadır. OED kullanımı son derece kolaydır. Kısa süreli bir eğitimle herkes tarafından uygulanması mümkün olan eksternal bir alettir. OED kullanım prosedürü uygulanması ile alet, kalp ritmini tanıyarak gerekli elektriksel şoku uygulamaktadır. (Özüçelik, 2020; Deakin ve ark., 2005; Davies, 2005).

Hastane dışı kardiyak arrest vakalarında OED kullanımı ile ilgili bir çalışmada enerjinin yüklenmesinden ilk defibrilasyona kadar geçen süre ortalamasının sadece 25 saniye olduğu bildirilmiştir (Marenco ve ark., 2001). Yine başka bir kardiyak arrest çalışmasında vakanın yanına ulaşılmasından defibrilasyon zamanına kadar geçen süre incelenmiş ve bu süre deneyimli paramedikler ve acil tıbbi teknisyeni için ortalama 67 saniye ve deneyimsiz 6. sınıf öğrenci grubu için yalnızca ortalama 90 saniye olduğu tespit edilmiştir (Özüçelik, 2020; Marenco ve ark., 2001). Amerika'da 2 hava alanında ilk 10 ayda, 14 kardiyak arrest vakası olduğu görülmüş ve vakaların 12'sinde OED ile VF ritmi tespit edilmiş, 9'u OED ile defibrile edilerek tekrar hayata döndürülmüş ve bu vakalarda serebral hasar olmadığı tespit edilmiş (Özüçelik, 2020). Yapılan çalışmalarda VF'nin tespiti için OED'lerin %100 geçerli ve güvenilir bir araç olduğu belirtilmiştir. OED ile manuel defibrilasyonun etkinliğinin ve güvenliğinin karşılaştırıldığı çalışmalarda sonuçların benzer olduğu, ancak OED kullanımı ile sağ kalım oranlarının manuel defibrilasyona göre biraz daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır (Özüçelik, 2020; Martinez ve ark., 2003; Martinez ve ark., 2004). Otomatik eksternal defibrilatörler sadece hastane öncesi hasta bakımı ile sınırlanamaz. Yapılan çalışmalarda koroner yoğun bakım ünitesindeki sağ kalım oranının %90 oranında artırılmış olduğu, ancak bu ünitelerin dışında sağ kalım oranının büyük ölçüde azaldığı tespit edilmiştir (Marenco ve ark., 2001; Kaye ve ark., 1995; Albella ve ark., 2005). Sonuç olarak, yapılan çalışmaların ortak görüşü, hastane dışında sağlık bakım çalışanları tarafından OED kullanımının etkili sonuçlar ortaya koyduğudur. Bu nedenle hastane içinde kritik bakım üniteleri dışındaki sağlık personeline de defibrilasyona başlama zamanını azaltmak için OED kullanımı öğretilmelidir.

4.Yaşam kurtarma zincirindeki dördüncü halka etkili ileri kardiyovasküler yaşam desteğidir. İyi eğitilmiş ve iyi donanımlı bir sağlık personeli ekibinin (hekim, hemşire veya paramedikler) donanımlı ambulanslar ve araçlar ile erken ve etkili müdahalesi ve donanımlı bir merkeze hızlı transferidir. Kardiyak arrestte ileri kardiyovasküler yaşam desteği (İKYD) için, VF/nabızsız VT/assistoli/NEA ritimlerinde her 3-5 dakikada 1mg (İV/İO) epinefrin, ilk veya ikinci doz epinefrin yerine 40 ünite



Vasopressin (İV/İO) verilebilir. VF/nabızsız VT ritimlerinde Amiodarone tedavisi (İV/İO) ilk doz 300mg bolus, 2. doz 150 mg olarak düşünülmelidir. Kardiyak arrest sırasında rutin olarak herhangi bir antiaritmik ilaç verilmesinin hastaneden taburculukta sağ kalımı artırdığına dair kanıt yoktur. Literatürde, VF'de amiodarone kullanımının (lidokain ve plasebo ile karşılaştırıldığında) kısa dönem sonuçlarını (hastaneye sağ kabul oranları gibi) iyileştirdiği belirtilmiştir. Ayrıca kardiyak arrestte İKYD için bifazik defibrilatörlerde önerilen şok enerji düzeyi 120- 200 joule (bilinmiyorsa maksimum enerji), monofaziklerde ise 360 joule'dür (Neumar ve ark., 2010; Link ve ark., 2010).

2020 AHA kılavuzunda hastalarda ileri havayolu sağlanması için, subraglotik ileri hava yolu veya endotrakeal entübasyon önerilmektedir. KAC'ın kalitesinin ve end-tidal-karbondioksit değerlerine dayalı olarak spontan dolaşımın dönüşünün tespitinin izlenmesi için entübe edilmiş yetişkin hastalarda kantitatif dalga kapnografisinin kullanılması ve kardiyak arrest durumunda İKYD için geri döndürülebilir nedenlerin [5H; Hipvolemi, Hipoksi, Hidrojen iyon (asidoz), Hipo/Hiperkalemi, Hipotermi- 5T; Tansiyon pnömotoraks, Tamponad kardiyak, Toksinler, Tromboz, Pulmoner, Tromboz, koroner] tedavi edilmesi vurgulanmaktadır. Spontan dolaşımın geri döndüğünü gösteren bulgular, nabız ve kan basıncının normal sınırlarda olması, end-tidal-CO2 basıncının ani devamlı artışı (tipik olarak 40mmHg ve üzeri), arter içi monitörizasyonla spontan arteriyel basınç dalgasının görülmesidir (AHA 2020 Kılavuzu; Hazinski ve Field, 2012; Özüçelik, 2020).

Nabızlı olan ancak solunum çabası olmayan veya yetersiz olan bebekler ve çocuklar için her 2-3 saniyede bir (20-30 nefes / dakika) 1 nefes verilmelidir. İleri havayolu olan bebeklerde ve çocuklarda CPR uygularken, yaş ve klinik durum dikkate alınarak her 2 ila 3 saniyede (20-30 / dakika) 1 soluk solunum hızı aralığını hedeflemek makuldür. Bu önerileri aşan sıklıkta havayolu desteği yapmak hemodinamiği tehlikeye atabilir (AHA 2020 Kılavuzu).

5.Yaşam kurtarma zincirindeki beşinci halka entegre kardiyak arrest sonrası bakımdır. Hipotansiyon tedavisi, hem hipoksiden hem de hiperoksiden kaçınmak için oksijenin titre edilmesi, nöbetlerin tespiti ve tedavisi ve hedeflenen vücut ısısı yönetimi yeniden değerlendirildi. Güvenilir olmak için, nöroprognostikasyon (nörolojik prognozun değerlendirilmesi, normotermiye döndükten en geç 72 saat sonra yapılmalı ve prognostik kararlar birden fazla hasta değerlendirme moduna dayalı olmalıdır. 2020 AHA kılavuzu bu anlamda 19 farklı yöntemi ve spesifik bulguyu değerlendirmekte ve her biri için kanıtlar sunmaktadır.

Amerikan Kalp Birliği (AHA) KAC 2020 kılavuzuna göre arrest olup dönen hastaların hastaneden taburcu edilmeden önce fiziksel, nörolojik, kardiyopulmoner ve bilişsel bozukluklar için multimodal rehabilitasyon değerlendirmelerinin yapılmasını, bu kapsamda gereken tedavinin uygulanmasını, hastaların faaliyet / iş beklentilerine geri dönmek için kapsamlı, multidisipliner taburculuk planlamasının gerçekleştirilmesini, kardiyak arrest olmuş hastalar ve ailelerine anksiyete, depresyon, travma sonrası stres ve yorgunluk için gereken desteğin sağlanmasını önermektedir. Bu önerileri; iyileşme sürecinin uzun bir süreç olması, fiziksel, duygusal ve kognitif düzelmenin tam olabilmesi için desteğe ihtiyaç duyulması ile gerektirmektedir.

## **KARDİYAKARREST VAKALARINDA EKİP ÇALIŞMASI VE HEMŞİRENİN ROLÜ**

Sağlık alanındaki ekip çalışmasının amacı, hasta ve sağlıklı bireye hizmet etmek ve onun bakımında sürekliliği sağlamaktır (Uysal, 2010). Ekip, kendi içinde bilgi beceri ve bakış açılarını optimize etmeyi hedefler ve tüm ekip üyeleri arasında karşılıklı saygı ve güven söz konusudur. Ekip üyelerinin her biri kendi uzmanlık alanları doğrultusunda hizmet sunar, hizmetler geleneksel bir anlayış olan hekim merkezli hizmet yerine, karşılaşılan problemleri çözme odaklıdır (Çelik, 2016).

Ekip çalışması şeklinde hizmet sunmanın hasta ve ailesi, ekip çalışanları ve kuruma sağladığı bir takım yararlar bulunmaktadır. Hasta güvenliği ve ekip çalışması hakkında yazılan bir makalede, sağlık hizmetlerinde yaşanan kazalar ve diğer istenmeyen olayların oluşumunda ekip çalışması ve iletişimin önemli bir rolü olduğu belirtilmektedir (Ulusoy ve Tokgöz, 2009; Manser, 2008). Ekip çalışmasının yetersiz olduğu birimlerde tedavi ve tanı işlemlerinde gecikme, hasta hakkında çelişkili bilgilere sahip olma, hizmetin kalitesinin düşmesi gibi sorunlar yaşanabilmektedir. Kaza ve istenmeyen olayların oluşumunu etkileyen birçok faktörün klinik beceri eksikliğinden ziyade, ekip çalışması eksikliği ile

ilişkili olduğu belirtilmektedir (Manser, 2008). Etkin bir ekip çalışması ile hizmetteki boşluk ve tekrarlar ortadan kalkmakta (Tosun, 2002), hasta bakımında süreklilik sağlanmakta (Millward ve Jeffries, 2001), bakımın kalitesi artmakta (Taylan, 2002; O'Dowd, 2008; Jones, 2006) ve zamandan kazanç sağlanmaktadır (Tong ve ark., 2001).

Hastane dışı kardiyak arrestlerde hemşireler; bireysel ve mesleki açıdan sürekli gelişen, sorumluluk üstlenen, araştırma yoluyla sorunlara çözüm üreten, liderlik özelliğine sahip, güçlü kişilerarası iletişim kuran meslek üyeleridir (Selvi ve ark., 2010). Sağlık bakım ekibinin en önemli unsurunu oluşturan hemşirelerin sahip olması gereken bu özellikler Maslow'un temel gereksinimler hiyerarşisinde kendini gerçekleştirme basamağına ulaşmalarının önemini göstermektedir. Ayrıca topluma rol modeli olan hemşirelerin rolünü yerine getirebilmesi için kendini gerçekleştirme çabasında olması gerekir. Sağlık ekibi üyeleri içinde özellikle hemşireler; hata kabul etmeyen ve insan yaşamı ile doğrudan ilgili olan bir işte çalışmalarının sonucu olarak zaman baskısı, yoğun teknolojinin kullanılması, çok fazla kişiyle iletişim kurmak durumunda olmaları, çatışmalara açık bir ortamda çalışmaları, ölümle sık karşılaşmaları, iş yükünün çok olması, çalışma süresi, maaş azlığı gibi birçok stresörle karşı karşıyadır (Şimşekoğlu ve Mayda, 2016).

Hasta ve ailesine duygusal destek verilmesi hastanın yaşam kalitesini olumlu yönde etkiler. Hasta ve ailesi kardiyak arrestin tekrarlanacağı korkusunu yaşayabilirler. Hastalar kritik bakım ünitesinden servise transfer edilirken veya hastaneden taburcu olurken bu korkuları artar. Hastalarda anksiyete, korku, hatırlama zorlukları, seksüel ilgi kaybı, konsantrasyon bozukluğu ve yaşam şekli değişikliklerini algılamada zorluk gibi durumlarla karşılaşılabilir. Hastalar bu durumda inkar, izolasyon, yansıtma gibi başa çıkma mekanizmalarını kullanarak kendilerini korumaya çalışırlar (Woods ve ark., 2005; Adam ve ark., 1997; Torpy ve ark., 2006). Diğer önemli bir nokta da, hastanede yaşanan kardiyak arrest sırasında hastaların duyma fonksiyonunun etkin olduğu gerçeğidir. Hastaların girişimler sırasında konuşulan herşeyi duyabildikleri unutulmamalıdır. Bu nedenle, arrest sırasında hasta ile ilgilenirken negatif veya küçük düşürücü konuşmalardan ve hareketlerden kaçınılmalıdır. Eğer aile üyeleri arrest sırasında hasta yanında ise, ortamdaki uzaklaştırılmalı ve aileye destek olunmalıdır. Resüsitasyon sonrası aile üyelerinin mümkün olduğunca çabuk hastayı görmelerine izin verilmelidir. Bu anlamda hemşireler kardiyak arrestin yönetiminde önemli terapötik rol oynarlar (Özüçelik, 2020).

Hemşirelik bakımı sağlık bakımında hastanın memnuniyeti için en önemli unsurdur. Hastaların beklentilerinin karşılanması hizmette kalitenin önemli bir ölçütü ve hasta memnuniyetinin belirleyicisi olmaktadır. Hasta memnuniyetinin temelini büyük ölçüde hasta hemşire birlikteliği oluşturur. Hastanın tanı ve tedavi işlemleri ile bu işlemler sırasında yaşadığı olaylardan nasıl etkilendiğini en yakından gözlemleyen, diğer sağlık çalışanlarına göre daha çok hastanın yanında olan hemşiredir (Çelik, 2016). Bu anlamda acil sağlık çalışanları arasında hemşirelerin yer alması koordinasyon açısından büyük bir avantaj sağlar. Hemşireler arrest vakalarında profesyonel bilgi, beceri ve deneyimlerini kullanarak hastayı hayata döndürmeye önemli katkıda bulunan ekibin vazgeçilmez üyeleridir (Özüçelik, 2020).

## KARDİYOPULMONER RESÜSİTASYON (CPR) KALİTESİ

Göğüs kompresyonları CPR'nin en önemli bileşenidir. Bu nedenle CPR'a kompresyonla başlanması hastane dışı sağ kalım insidansını artırmaktadır. Bunun için hastanın elbiselerini bile çıkarmadan en kısa sürede CPR'a başlanmalıdır. Yapılan bir çalışmada, sadece göğüs basısı uygulananlara kıyasla geleneksel CPR (kompresyon ve ventilasyon) uygulanan kardiyak arrest hastalarında daha iyi sonuçlar kaydedilmiştir (AHA 2020 Kılavuzu).

Amerikan Kalp Birliği 2020 kılavuzunda kaliteli CPR için;

- Performansın görsel, işitsel geri bildirim cihazları ve kan gazı ve end-tidal CO<sub>2</sub> gibi ölçümlerin kullanılması önerilmiştir.
- Kompresyon derinliğinde değişiklik olmazken, olabildiğince kompresyonlara ara verilmeden devam edilmesi önerilmiştir. Kardiyak arrestteki yetişkinler için ventilasyonun, yaklaşık 500 ila 600 mL tidal volümler veya göğüste gözle görülür bir yükselme oluşturmaya yetecek kadar olması önerilmiştir. İleri hava yolu olmayan hastalarda, ağızdan veya balon-maske ventilasyonu kullanarak nefes vermek mantıklıdır. Kurtarma nefesi verirken, 1 saniyede 1 nefes vermek, "her

zamanki gibi” (derin değil) nefes almak ve 1 saniyeden fazla ikinci bir kurtarma nefesi vermek mantıklı olabilir. Kurtarıcılarının suni teneffüs sırasında aşırı ventilasyondan (çok fazla nefes veya çok büyük hacim) kaçınmaları önerilmektedir.

- Spontan dolaşımı olan (yani, güçlü ve kolayca palpe edilebilen nabızlar) yetişkin bir hasta ventilasyon desteğine ihtiyaç duyuyorsa, sağlık hizmeti sağlayıcısının her 6 saniyede bir veya yaklaşık 10 nefes / dakika hızında kurtarma nefesi vermesi önerilmektedir.
- Gelişmiş bir hava yolunun (supraglottik hava yolu veya trakeal tüp) yerleştirilmesinden önce, sağlık hizmeti sağlayıcılarının 30 kompresyon ve 2 solukluk döngüleri ile CPR uygulaması mantıklı görülmüştür. Acil sağlık hizmeti sağlayıcılarının, gelişmiş bir hava yolunun yerleştirilmesinden önce sürekli göğüs kompresyonları sırasında asenkron ventilasyon sağlamak için dakikada 10 soluk (her 6 saniyede 1 soluk) kullanması önerilmektedir. Gelişmiş bir hava yolu mevcutsa, sürekli göğüs kompresyonları yapılırken hizmet sağlayıcısının her 6 saniyede (10 nefes / dakika) 1 soluk vermesi gerekmektedir. Şahitli şoklanabilir hastane dışı arrestte başlangıçta minimum düzeyde kesintiye uğramış göğüs kompresyonları (yani gecikmiş ventilasyon) kullanmak gerekmektedir.
- Defibrilatör veya OED uygulanana kadar CPR önerilmektedir. Şahitsiz kardiyak arrestte, ilk ritim analizi alınırken ve olası defibrilasyondan önce defibrilatör alınırken ve kullanıma hazırlanırken kısa bir CPR süresi sağlamak gerekir. Hemen defibrilasyon (bir defibrilatör hali hazırda uygulandığında veya kısa sürede hemen kullanılabilir olduğunda) sağlayıcı tarafından tanık olunan-şahitli veya monitörde izlenen VF / nabızsız VT için önerilmektedir. Defibrilasyon kaşıklarını veya pedlerini göğüs üzerine anterolateral veya anteroposterior pozisyonda yerleştirmek ve yetişkinlerde 8 cm'den daha büyük bir kaşık veya ped elektrotu kullanmak gerekmektedir. Operatörün beceri setine bağlı olarak otomatik moda kıyasla manuel moda bir defibrilatör kullanmak önerilmektedir.
- Bir ritim analizinden önce veya sonra göğüs kompresyonları sırasında manuel bir defibrilatör şarj etmek makul olabilir. Kardiyak arrest hastalarında şok sonrası ritim kontrolü gerçekleştirmek için CPR'a ara vermek yerine şok uygulamasından sonra göğüs kompresyonlarına hemen devam etmek mantıklı olabilir.
- “Öksürtük” CPR, kesin tedaviyi geciktirmeden bilinç kaybından önce hemodinamik olarak önemli taşiaritmi veya bradiaritminin tanıklı olması durumunda başlangıç için geçici bir önlem olarak düşünülebilir
- Kardiyak arrestte ilaç uygulaması için intravenöz erişim sağlamaya çalışmak mantıklıdır. İntravenöz erişim girişimleri başarısız olursa veya uygulanabilir değilse, intraosseöz erişim düşünülebilir. Uygun şekilde eğitilmiş sağlayıcılarda, intravenöz ve intraosseöz erişim sağlama girişimleri başarısız olursa veya uygulanabilir değilse, santral venöz erişim düşünülebilir. Endotrakeal ilaç uygulaması, diğer erişim yolları mevcut olmadığında düşünülebilir.
- Ek oksijen mevcut olduğunda, CPR sırasında maksimum uygulanabilir solunan oksijen konsantrasyonunun kullanılması makuldür. End-tidal CO<sub>2</sub>'de ani bir artış, kompresyonlar sırasında spontan dolaşımı (ROSC) tespit etmek için veya bir ritim kontrolü sırasında organize bir ritim ortaya çıktığında kullanılabilir. CPR sırasında arteriyel kan gazlarının rutin ölçümünün değeri belirsizdir. Arteriyel yol ile arteriyel basınç izleme, göğüs kompresyonları sırasında spontan dolaşımı (ROSC) tespit etmek için veya bir ritim kontrolü sırasında organize bir ritim ortaya çıktığında kullanılabilir.
- Kardiyak arrest geçiren hastalara Adrenalin uygulanması önerilmektedir. Klinik çalışmalarda kullanılan protokollere göre, kardiyak arrest için her 3 ila 5 dakikada bir 1 mg Adrenalin uygulamak mantıklıdır. Zamanlama ile ilgili olarak, şoklanamaz bir ritimli kardiyak arrest için, Adrenalinin mümkün olan en kısa sürede uygulanması mantıklıdır. Zamanlama ile ilgili olarak, şoklanabilir ritimli kardiyak arrest için, ilk defibrilasyon girişimleri başarısız olduktan sonra Adrenalin verilmesi makul olabilir. Tek başına Vazopressin veya Adrenalin ile kombinasyon halinde Vazopressin kardiyak arrestte düşünülebilir ancak kardiyak arrestte Adrenalin yerine geçecek bir avantaj sağlamaz. Yüksek doz Adrenalin, kardiyak arrestte rutin önerilmez (AHA 2020 Kılavuzu, Özüçelik, 2020).

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, günümüzde ani kardiyak arrest açısından en etkin tedavi ileri kardiyak yaşam desteğidir. Özellikle hastane dışı vakaların ölüm oranları göz önüne alındığında hemşirelerin bu anlamda katkıları önem arz etmektedir. İş hayatında ve sosyal hayatta yaşadıkları zorluklara rağmen mesleğini en profesyonel şekilde sürdürmeye gayret eden hemşireler; edindikleri donanım, bilgi ve becerilerle arrest müdahalelerinde önemli rol oynamaktadırlar.

Ekip çalışmasıyla bir yandan çalışanların motivasyonları yükselirken, diğer yandan da çalışanların aralarındaki bağlılık güçlenmekte, örgüt içerisindeki iletişim kopuklukları ortadan kalkmakta ve böylece de bireylerin hem bireysel hem de ekip olarak performansı artmaktadır.

Günümüzde insanları motive etmek, çalışanların yeteneklerini artırmak, bilgilerini paylaşmalarını sağlamak ve performanslarını yükseltmek için ekip çalışmasına önem verilmesi adeta bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu noktada sağlık çalışanlarının acil vakalara yaklaşımları ve müdahalelerinde ekip anlayışına sahip olmaları CPR uygulamasının kalitesini yükseltmektedir. Bu bağlamda ulusal sağlık sistemleri tarafından desteklenen ve güçlendirilen hemşireler, hastane dışı kardiyak arrest vakalarında daha iyi bir ekip işbirliği için organizasyonu sağlayarak bireylerin fonksiyon kaybı olmaksızın yaşama dönmelerine önemli katkılar sağlarlar.

## KAYNAKLAR

1. Adam SK., Osborne A. (1997). Critical Care Nursing Science & Practice: Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation. Oxford: Oxford University Press; p.164-178.
2. Albella BS., Alvarado JP, Myklebust H, Edelson DP, Barry A, O'HearnN, et al. (2005). Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest;293(3):305-310.
3. Almesned, A. Almeman, A. Alakhtar, AM. Alaboudi, AA. Alotaibi, AZ. Al-Ghasham, YA. Aldamegh, MS. (2014). Basic life support knowledge of healthcare students and professionals in the Qassim University. International journal of health sciences, 8 (2), 141-150.
4. AHA (2020) Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care;[https://www.ahajournals.org/toc/circ/142/16\\_suppl\\_2?utm\\_campaign=sciencenews20-21&utm\\_source=science-news&utm\\_medium=phd-link&utm\\_content=phd10-21-20](https://www.ahajournals.org/toc/circ/142/16_suppl_2?utm_campaign=sciencenews20-21&utm_source=science-news&utm_medium=phd-link&utm_content=phd10-21-20) Erişim Tarihi: 16.04.2021
5. AHA (2020) CPR ve ECC Güncellemeleri <https://www.atuder.org.tr/atuderData/Document/27102020191955-aha-update.pdf> Erişim Tarihi: 16.04.2021
6. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. (2010). Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. Resuscitation. Nov;81(11):1479-87.
7. Berg RA., Hemphill R., Albella BS., Aufderheide TP ve ark. (2010). Part 5: Adult basic life support. American heart association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation;122;S685-S705.
8. Çelik, A. (2016). Hemşirelerdeki motivasyon düzeyinin ekip çalışması üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi (Master's thesis, İstanbul Bilim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
9. Davies S. (2005). The use of automated external defibrillators. Resuscitation Guidelines;21-26.
10. Deakin C, Nolan J, Perkins G. (2005). Adult advanced life support. Resuscitation council (UK), Resuscitation Guidelines;41-58.
11. Dixe, MACR., Gomes, JCR. (2015). Knowledge of the Portuguese population on Basic Life Support and Availability to Attend Training. Revista Da Escola Enfermagem Da USP, 49(4), 636-644.
12. Hazinski M.F.(Ed.), Field J.M.(Ed.). (2012). Kardiyopulmoner resüsitasyon ve acil kardiyak bakım bilimi için 2010 Amerikan Kalp Derneği (AHA) kılavuzu, İstanbul.
13. İslam M., (2020), Hastane dışı kardiyak arrest hastalarında, parsiyel ve end-tidal karbondioksit basıncı arasındaki farkın spontan dolaşımın yeniden sağlanmasını ve mortaliteyi öngörmedeki tanısal değerliliğinin incelenmesi, T.C. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ümraniye Sağlık

- Uygulama ve Araştırma Merkezi Acil Tıp Kliniği, Tıpta Uzmanlık Tezi, (Danışman: Doç. Dr. Gökhan Aksel), İstanbul.
14. Jones A. (2006). Multidisciplinary team working: collaboration and conflict. *Int J Ment Health Nurs*;15:19-20.
  15. Karuthan, SR, Firdaus, P, Angampun, A, Chai, XJ, Sagan, CD, Ramachandran, M, Perumal, S ve ark. (2019). Knowledge of and willingness to perform Hands-Only cardiopulmonary resuscitation among college students in Malaysia *Medicine*, 98(51), e18466.
  16. Kaye W, Mancini ME, Richards N. (1995). Organizing and implementing a hospital-wide first-responder automated external defibrillation program: strengthening the in-hospital chain of survival. *Resuscitation*;30:151-156.
  17. Kırağ, N. ve Çalışkan, G. (2020). Aile sağlığı merkezine başvuru yapan hastaların kardiyovasküler hastalık bilgi düzeyi ve depresyon düzeyi ile ilişkili faktörler. *Medical Sciences*,15(1),1-11.
  18. Kozacı N., Ay M., İçme F., Aktürk A., Satar S.,(2013), Kardiyopulmoner Resüsitasyon'da Başarılı mıyız?, *Cukurova Medical Journal*;38(4):601-609.
  19. Link MS, Atkins DL, Passman RS, Halperin HR ve ark. (2010). Part 6: electrical therapies: automated external defibrillators, Defibrillation, Cardioversion and Pacing. 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*;122;S706-S719
  20. Majid, A., Jamali, M., Ashrafi, MM., Ul Haq, Z., Irfan, R., Rehan, A. ve ark.(2019). Knowledge and attitude towards cardiopulmonary resuscitation among doctors of a tertiary care hospital in karachi. *Cureus*, 11(3), e4182.
  21. Manser T. (2008). Teamwork and patient safety in dynamic domains of healthcare: a review of the literature. *Acta Anaesthesiol Scand*.
  22. Marengo JP, Wang PJ, Link MS, Homound MK, Estes MNA. (2001) III. improving survival from sudden cardiac arrest. The role of the automated external defibrillator; 285(9):1193-1200.
  23. Martinez-Rubio A, Kanaan N, Borggreffe M, Block M, Mäkijärvi M, Fedele F, Pappone C, Haverkamp W, Merino JL, Barón Esquivias G, Cinca J. (2003). Advances for treating in-hospital cardiac arrest: safety and effectiveness of a new automatic external cardioverter-defibrillator. *J Am Coll Cardiol*; 41:627-32.
  24. Martinez-Rubio A, Barón-Esquivias G. (2004). The automatic external cardioverter-defibrillator. *Indian Pacing Electrophysiol*; 4(3):114–121.
  25. Matsuyama T, Kitamura T, Kiyohara K, Nishiyama C, Nishiuchi T, Hayashi Y, Kawamura T, Ohta B, Iwami T. (2017). Impact of cardiopulmonary resuscitation duration on neurologically favourable outcome after out-of-hospital cardiac arrest: A population-based study in Japan. *Resuscitation*. Apr;113:1-7.
  26. Millward JL, Jeffries N. (2001). The team survey: a tool for health care team development. *J. Adv. Nurs.*; 35:276-287
  27. Neşe A., Tetik A.,(2020). Hastane öncesi acil sağlık hizmetleri personelinin kardiyopulmoner resüsitasyon bilgi durumunun belirlenmesi-Gaziantep ili örneği, *Hastane Öncesi Dergisi*, 5(2):129-141.
  28. Neumar RW, Otto CW, Link MS ve ark. (2010). Part 8: adult advanced cardiovascular life support: 2010 American heart association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *circulation*. 122;S729-S767.
  29. O'Dowd A. (2008). Staffing and poor team work are letting maternity services down, says report. 337:a762
  30. Oğuztürk H., Turtay M. ,Tekin Y. , Sarıhan E., (2011), Acil serviste gerçekleşen kardiyak arrestler ve kardiyopulmoner resüsitasyon deneyimlerimiz, *Kafkas J. Med. Sci.*;1(3):114–117.
  31. Özüçelik, D. N., (2020), 2020 rehberlerine göre yetişkinlerde kardiyovasküler yaşam desteği. *Journal of ADEM*, 1(3), 39-86.
  32. Priori SG, Alliot E, Blömstrom-Lundqvist C, Bossaert L, Breithardt G, Brugada P et al. (2003). Ani kardiyak ölüm. Avrupa Kardiyoloji Derneği Çalışma Grubu ESC Kılavuzu, Türk Kardiyoloji Derneği Adalet K, Gürdal M, Mutlu B, çeviri editörleri, France:European Society of Cardiology.

33. Ružman T, Ivic' D, Ikić V, Ivic' J, Pelc B. (2009). Characteristics of inhospital cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation. *MG*. 6(1):125–30.
34. Ružman, T., Tot, O. K., Ivić, D., Gulam, D., Ružman, N., & Burazin, J. (2013). In-hospital cardiac arrest: can we change something?. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 125(17), 516-523
35. Selvi Y, Özdemir P.G, Özdemir O, Aydın A, Beşiroğlu L. (2010). Sağlık çalışanlarında vardiyalı çalışma sisteminin sebep olduğu genel ruhsal belirtiler ve yaşam kalitesi üzerine etkisi. *Düşünen Adam Psikiyatri ve Nörolojik Bilimler Dergisi*. 4(23): 238-43.
36. Söyük S., Arslan Kurtuluş S., 2017, Acil servislerde yaşanan sorunların çalışanlar gözünden değerlendirilmesi, *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*; 6(4): 44-56.
37. Şimşekoğlu, N., & Mayda, A. S. (2016). Bir üniversite hastanesinde görevli hemşirelerin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve sağlık kaygısı düzeyleri. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 19-29.
38. Taylan S. (2002). Ameliyathane ekiplerinde ekip çalışmasına yönelik tutumlar ve ekip çalışmasını algılamaya ilişkisine yönelik bir araştırma. *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
39. Tong HC, Haing AJ, Theiesen ME, Smith C, Miller Q. (2001). Multidisciplinary team evaluation of upper extremity injuries in a single visit: the UPPER program. *Occup Med*; 51: 278 – 286.
40. Torpy JM, Lynn c, Glass RM. (2006). JAMA Patient Care: Cardiac arrest. *The journal of the american medical association. National Heart, Lung and Blood Institute; Centers for Disease Control and prevention, American Heart Association*;295(1).
41. Tosun N, Akbayrak N. (2002). Sağlık ekibi ve ekibin bir üyesi olarak hemşirenin rolü. *Sendrom Dergisi*; 14:133- 137.
42. Türkmen, E., Işık, I., Balcı, S., Akkuş Topçu, S., Abalı, S. ve Karaçay, P. (2009). Temel yaşam desteği kursuna katılan hemşirelik/sağlık yüksekokulu öğrencilerinin kurstaki başarı, beklenti ve memnuniyetleri. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*,13(2), 55-62.
43. Ulusoy, H., & Tokgöz, D. M. (2009). Hekim ve hemşirelerin ekip çalışmasına ilişkin görüşleri. *Pamukkale Tıp Dergisi*, (2), 55-61.
44. Uysal H., (2010), Kardiyak arrest ve hemşirelik bakımı, *Kardiyovasküler Hemşirelik Dergisi*, Cilt - Vol. 1 Sayı - No. 1.
45. Woods SL, Froelicher ES, Motzer SA, Bridges EJ. (2005). *Cardiac Nursing: Sudden cardiac death and cardiac arrest*. Fifth edition, Philadelphia: Lippincott Williams &Wilkins;p.689-754.

## GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE SİMÜLASYON UYGULAMALARI

SIMULATION APPLICATIONS IN NURSING EDUCATION FROM PAST TO PRESENT

**Şeyda KAZANÇ**

Öğretim Görevlisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı  
(Sorumlu Yazar)

**Şerife KARAGÖZOĞLU**

Profesör Doktor, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı

### ÖZET

Hemşirelik her çağda insan hayatına dokunan toplum ve bireylerle yakından ilişki içinde olan bir meslek grubudur. Bu nedenle hemşirelik eğitimi bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlarda meslek üyelerini yetiştirerek, toplumda mesleki rollerin etkin olarak kullanılabilmesini hedefler. Günümüzde hemşirelik eğitiminin 2/3'si uygulama üzerinden gerçekleştirilmektedir. Uygulama sürecinin hem laboratuvar hem de klinik ayağı bulunmakta, laboratuvar uygulamaları klinik uygulamalar için hazırlık süreci olarak kullanılmaktadır. Günümüzde laboratuvarlarda hemşirelik eğitiminde kullanılan maketler de teknolojinin gelişimi ile paralel gelişim göstermiştir. Plastikten yapılmış basit iskelet, vücudun tek bir uzvunu gösteren 2 ya da 3 boyutlu modellerden doğru ve yanlış gerçekleştirilen uygulamalara tepki veren, internet ve bilgisayarla verilerin değiştirilebildiği, insanlara yüksek benzerliği olan simülatörler ile eğitime geçilmiştir. Günümüzde maket ve laboratuvarların klinik ortamlarla benzerliğinin yüksek olduğu ortamlarda verilen eğitim öğrencilerin klinik uygulamaya daha hazır çıkmasına olanak sağlamaktadır. Öğrencilerin bireysel ve hızlı olarak çalışmaları, hatanın güvenli bir ortamda yapılması ve zarar verme riskinin olmaması, düşük maliyetli olması, hızlı bir şekilde geri dönüş sağlanması, etkili ve bilişsel bir öğrenme sağlanması, probleme odaklanma ve her öğrencinin ortak bir deneyim kazanması simülasyonun avantajları arasında belirtilmektedir. Simülasyon eğitiminin geceleği düşünüldüğünde, eğitiminin maliyetli olması, eğitim sürecinde potansiyel faydalarının etkili yöntemlerle değerlendirilememesi bazı kurumlarda eğitim ve öğretim tercihleri arasında yer almamasına neden olmaktadır. Bu doğrultuda değerlendirmelerin simülasyon uygulamalarından elde edilen kanıtlar doğrultusunda yapılarak karar verilmesi gerekmektedir. Simülasyon yöntemini eğitim sürecinde yetersiz olarak kabul eden herhangi bir kanıt bulunmaması, eğitimde aktif olarak kullanılacağını göstermektedir. Bu bağlamda çalışmamızda simülasyon eğitiminin tarihsel süreci, günümüzde kullanımı ve gelecekteki potansiyel durumu ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Simülasyon uygulamaları, Simülasyon tarihi, Hemşirelik eğitimi

### ABSTRACT

Nursing is a profession group that is in close contact with the society that touches human life in every age. Cognitive education aims to train affective and psychomotor profession members, so that professional roles can be used effectively in the society. Today, 2/3 of nursing education is carried out through practice. There are both laboratory applications and clinical legs for application applications, and laboratory applications are widely used for clinical applications. The development of parallel development with the development of technology used in nursing education in today's laboratories. The training was started with simulators that react to right and wrong applications from 2 or 3 dimensional models, can be changed by internet and computer, and have high resemblance to humans. Today, training programs given in environments where models and laboratories are similar to the clinical environment, enable clinical standing. The advantages of the simulation are that students work

individually and quickly, that the error is made in a safe environment and that there is no risk of harm, low cost, rapid return, providing an effective and cognitive learning, focusing on the problem, and gaining a common experience for each student. Considering the night time of simulation education, the cost of its education and the inability to evaluate its potential benefits in the education process with effective methods causes it not to be among education and training preferences in some institutions. In this direction, the evaluations should be made in line with the evidence obtained from the simulation applications and a decision should be made. The absence of any evidence that accepts the simulation method as insufficient in the training process indicates that it will be used actively in education. In this context, the historical process of simulation training, its use today and its potential in the future are discussed in our study.

**Keywords:** Simulation applications, Simulation history, Nursing education

## GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE SİMÜLASYON UYGULAMALARI

Hemşirelik eğitimi bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanları kapsayan bir eğitim sürecidir. Bu süreçte temel amaç öğrencilerin teorik eğitimde kazandıkları bilgileri harmanlayarak uygulamaya aktarmalarıdır. Aynı zamanda eğitim sürecinde öğrencilerin etik standartlar çerçevesinde mesleki değer ve tutumları benimsemesi, eleştirel düşünme becerilerini kazanması, problem çözme yöntemlerini geliştirmesi, ekip içerisinde liderlik yeteneğini kullanarak donanımını artırması hedeflenmektedir (Ackerman et al., n.d,1998; Şendir & Doğan, 2015). Günümüzde öğrenci sayısının artması, uygulama ortamlarının öğrenci sayısını karşılayabilecek yeterlilikte olmaması ve öğretim elemanı sayısının öğrenci sayısına göre yetersiz kalması beceri eğitiminde uygulama ve değerlendirme sürecinde eksikliklerin oluşmasına yol açmaktadır. Klinik ortamda hastaların öğrencileri yetersiz bulmaları ve bu nedenle uygulama yapmalarına izin vermemeleri öğrencilerde yetersizlik duygusu oluşturmada, özgüven kaybı ve kaygı yaşamalarına neden olmaktadır (Akalin et al., 2020; Rosen, 2008; Şendir & Doğan, 2015). Bu nedenle klinik uygulama öncesi gerçekleştirilen laboratuvar uygulamalarında kullanılan yöntemler önemli bir yer tutmaktadır. Hemşirelik eğitiminde teknolojinin gelişimi büyük bir rol oynamış ve eğitim sürecinde kullandığımız simülatörlerde zaman içinde evrime uğramıştır (Rosen, 2008). İlkel formlarda tıbbi simülasyon yüzyıllar boyunca uygulanmıştır. Anatomik yapılar ve hastalığın fiziksel modelleri, modern plastik veya bilgisayarların ortaya çıkmasından çok önce de oluşturulmuş ve sağlık eğitiminde kullanılmıştır. Bununla birlikte tıbbi belirti ve semptomların günlük yaşamda bireyler arasında paylaşılması, edebiyatta yazılması veya tiyatrodan yararlanılması teknik olmayan simülasyon uygulamalarının öncülleri olarak düşünülebilir (Akalin et al., 2020; Rosen, 2008; Şendir & Doğan, 2015). Sağlık eğitiminde 1900'lerde bilimsel ilkelerin hayata geçmesi ile birlikte formal eğitim süreci başlamış ve beceri eğitiminde de basit simülatörler kullanılmıştır. Geçmişten günümüze uygulamalı eğitim sürecinde bilimsel ve teknolojik gelişime paralel olarak simülasyon yöntemi önemli bir yer tutmuş, düşük gerçeklikli simülatörlerden yüksek gerçeklikli simülatörlere doğru önemli bir yol kat edilmiştir (Akalin et al., 2020; Şendir & Doğan, 2015).

### Simülasyonun Tanımı ve Eğitim Sürecinde Kullanımı

Güncel eğitim yöntemleri arasında yer alan simülasyon ile ilgili günümüze kadar birçok tanımlama yapılmıştır. Alinie (2009)'in aktardığı üzere, Shannon 1975 yılında simülasyonu "bir model üzerinde gerçek ve yaşanan deneyimlerle sistemdeki davranışı anlama ve sisteme yönelik birçok farklı strateji belirleyerek yeni bir model dizayn etme süreci" olarak tanımlamıştır. Gaba (2007) ise simülasyonu "rehber eşliğinde deneyimleri değiştirmek ve geliştirmek için gerçek bir ortamın önemli yönlerini hatırlamak ve taklit etmek" olarak tanımlamakta olup, Türk Dil Kurumu'na göre simülasyon, "benzetim, öğretilme"dir (www.tdk.gov.tr ET:28.2.2021). Sağlık eğitiminde simülasyon ise, vücudun bir parçası ya da tamamının canlandırıldığı iki yada üç boyutlu basit anatomik modeller, hasta rolünün canlandırıldığı standart hastalar ve yüksek teknoloji içeren maketler ile bilgisayar uygulamalarının insan etkileşimiyle



klirik uygulama ortamının gerçekliğinin yansıtıldığı olay ve durumlar olarak tanımlanmaktadır (Bradley, 2006; Jeffries et al., 2015)

Simülasyon sadece bir teknik ya da teknoloji değildir. Günümüzde simülasyon kendine özgü dili, taksonomisi ve yaklaşımları ile bir öğrenme ve öğretme teknolojisi olarak kabul edilmektedir (Committee, 2017). Sanal laboratuvarlar, uçuş simülatörleri ve üç boyutlu görüntüler simülasyona örnek verilebilir. Simülasyon, günümüzde askeriye ve sağlık gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılan eğitim yöntemlerinden biridir. Sağlık alanında kullanımı American Nursing Association (ANA), International Council of Nurses (ICN), Australian College of Nursing (ACN), National League for Nursing (NLN)) gibi pek çok kuruluş tarafından desteklenmektedir. Bu kuruluşlardan Amerikan Hemşirelik Koleğleri Derneği (American Association of Colleges of Nursing=AACN) ve Amerika Birleşik Devleti (ABD) Hemşirelik Eyalet Kurulları Ulusal Konseyi (National Council of State Boards of Nursing= NCSBN) hemşirelik eğitiminde simülasyon ve online öğrenme yöntemlerinin kullanılmasının yararlı olduğunu bildirmektedir (NCSBN, 2011; AACN, 2005). ABD Ulusal Hemşirelik Birliği de (National League for Nursing=NLN) hemşire eğitimcilerin temel yeterliliklerinde, öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştırmak ve öğrenme sürecini desteklemede bilişim teknolojilerinin (bilgisayar programları, simülasyonlar, web v.b.) kullanılmasını önermektedir (NLN,2005;Ulupınar & Toygar, 2020)

2002 yılında kurulan INACSL (The International Nursing Association for Clinical Simulation and Learning), daha önceden yapılan birçok farklı toplantı ve organizasyon sonucu sağlık bakımında hasta güvenliği için gerekli becerileri geliştirmeye öncülük etmek üzere kurulmuştur. Bu kuruluş günümüzde belirli yönetmelik ve yönergelerle düzenlenen sürekli eğitim programlarında simülasyon eğitiminin önemi ve gereğine dikkat çekmektedir (www. Inacsl.org E.T: 28.02.2021)

### **Simülasyon Eğitiminin Sağlık Alanındaki Tarihsel Gelişimi**

Beceri gelişimi, problem çözme ve gerçekleştirilen uygulamanın değerlendirilmesi için kullanılan simülasyon yöntemi tarihsel gelişiminin temellerini askeri eğitimden almaktadır (Perkins, 2007). 5000 yıl öncesinde Çin savaş oyunları ile başlayan bu süreç 1800'lü yıllarda askeri teknik ve becerilerin kullanılmasında, havacılıkla ilgili önemli becerilerin kazandırılmasına yönelik verilen eğitimlerde kullanılmaktaydı (Bradley, 2006; Rosen, 2008). Günümüzde moleküler biyolojiden nükleer fiziğe, inşaattan sektöründen eğitim ve eğlenceye kadar uzanan geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Pilotlar ve astronotlar için uçuş simülatörlerinin kullanımı, havacılık ekipmanlarının test edilmesi için uçak simülatörleri ve askeri manevralar için savaş bölgelerinin ve eğlence merkezlerinin simülasyonu verilebilecek örnekler arasında yer almaktadır. Sağlık alanında ilkel fiziksel modeller yüzyıllardır kullanılmaktadır (Çelik et al., 2018). Bu simülatörler 1900'lerde büyük bir gelişim göstermiştir (Ericsson, 2004). Ancak ilerleyen süreçte bu gelişim iletişim eksikliği, şüphelik ve ispat yükü nedeniyle yavaşlamış, keşfedilen fikirler gelecekteki tarihlerde tekrar keşfedilmek üzere yok sayılarak geri çevrilmiştir. Bununla birlikte yakın geçmişte yaşanan teknolojik gelişmeler eğitimde simülasyon yöntemine yeniden hız vermiş ve son 50 yılda eğitimde yüksek teknolojik simülatörlerin aktif olarak kullanılmasına yol açmıştır (Nehring & Lashley, 2009; Rosen, 2008) .

### **Sağlık Eğitiminde Kullanılan Simülasyon Türleri**

Sağlık bakımı ile ilgili verilen eğitimin türüne göre, hedeflenen amaçlar doğrultusunda farklı simülasyon türleri kullanılmaktadır. Zamanla teknolojinin simülasyon yöntemine kazandırdığı imkanlarla birlikte, sağlık eğitiminde simülasyon yöntemi ve teknikleri daha geniş kapsamda, etkili ve nitelikli olarak kullanılmaya başlanmıştır. Literatür incelendiğinde, simülasyonla ilgili farklı sınıflandırmaların yapıldığı ve farklı yaklaşımların kullanıldığını görmekteyiz. Standford Üniversitesi'nde kurduğu merkezde simülasyon temelli eğitim yürüten ve Simülasyonun öncüsü olarak bilinen Profesör David Gaba simülasyonu hedef ve amaçları, katılımcı düzeyi, sağlık hizmet alanı, profesyonel disiplin bölümleri, bilgi türü, beceri ve tutumlar, simüle hastanın yaşı, simülasyon yaklaşımları, uygulama yeri, katılım boyutu ve geribildirim yöntemi olmak üzere 11 boyuta ayrılmıştır (Gaba, 2004)Ayrıca Gaba

sağlık alanındaki simülasyon eğitiminde; hasta rolünün canlandırılması, standart hasta, düşük özelliklere sahip manken ya da maketler, teknoloji destekli simülatörler ve bütünleşik simülatörler olmak üzere 5 kategori tanımlamıştır (Gaba, 2004, 2007).

## 1. Düşük Düzey Simülasyon Modelleri

İnsan vücudunun belirli bölümlerini sunan bu modeller temel psikomotor becerilerin ve eğitim içeriği ile ilgili tanımların öğrenilmesinde kullanılmaktadır. İki ya da üç boyutlu anatomik modeller (iskelet ya da göz modeli) bu basit modellere örnek verilebilir (Nehring & Lashley, 2009; Rosen, 2008; Şendir & Doğan, 2015). Hemşirelik eğitiminde bilinen ilk anatomik model Less tarafından 1874 yılında geliştirilen eklemli iskelet modeli olup, bu model dönemin hemşirelik eğitimi veren okullarında kullanılmıştır (Nehring & Lashley, 2009). Hemşirelik eğitiminde ilk defa insan boyunda maketler 1911 yılında kullanılmaya başlanmış, ancak yaygın olarak kullanılması 1950'li yıllara kadar uzanmıştır. "Mrs. Chase" isimli ilk simülatör 1900-1970 yıllarında İngiltere de tıp alanında anatomi eğitiminde ve hemşirelik eğitiminde hastalara pozisyon verme uygulamalarında kullanılmıştır. 1914 yılında "Arabella" isimli üretilen maket enjeksiyon uygulamaları için kullanılmış ve ordunun da talep etmesi üzerine aynı maketin erkek versiyonu üretilmiştir. Ausmund Laerdal 1930 yılında suni solunum yapılabilen bir maket tasarlamış ve suda boğularak intihar eden kız çocuğu Recessi-Anni'nin ismini verdiği ve resüsitasyon yapılabilen bir maket yapmıştır. Kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR) uygulamasının gerçekleştirilebilmesi için maketin göğsüne yay düzeneği eklenmiştir (Herrmann, 2008). Tıp eğitiminde ilk 19yy'da "Phantom" isimli obstetrik becerilerin kazanılmasında kullanılan anne ve bebek simülatörü ve 1960 yılında Recessi-Anni isimli maket resüsitasyon ve temel beceri eğitimi için kullanılan ilk simülatörler arasında yerini almıştır (Good, 2003). 1919 yılında National League for Nursing'in eğitim komitesi hemşirelik eğitim programlarında kullanılmak üzere beceri gelişimi için gerekli materyal ve malzemelerin tanıtıldığı bir bildiri yayınlamıştır. Ancak o dönemde anatomik modellerin etkinliğini ölçen bir çalışma yayınlanmamıştır (Nehring & Lashley, 2009; Rosen, 2008; Sezer & Orgun, 2017).

1990 yılına kadar maket özelliklerinde bir gelişme olmamış, 1990 sonrası eğitim sistemlerinin gelişimi için 4 temel faktör baz alınmıştır. Bunlar; görünür insan projesi, minimal invaziv teknikler, haptik sistemler ve bilgisayardır. Amerika Ulusal Tıp Kütüphanesi tarafından 1994 yılında tamamlanan Görünür İnsan Projesinde, anatomik modeller geliştirmek için anatomik yapıların 3 boyutlu görüntülenmesine ve manipülasyonuna izin veren gerçek insan kadvralarından alınan görüntüleme verileri kullanılmıştır. Bu görüntüler cerrahi simülasyon, tıbbi sanal gerçeklik ve internet tabanlı simülasyon çalışmalarının çoğunun temelini oluşturmuştur (Ackerman et al., n.d.,1998).

## 2. Sanal gerçeklik ve haptik sistemler

Sanal gerçeklik bilgisayar ortamında canlandırılan üç boyutlu görüntülerin, aracı cihazlar yardımıyla "gerçek bir dünya" gibi yansıtılmasıdır (Choi et al., 2015). Sanal gerçekliğin temelleri 1950 ve 1960 larda başlamıştır. İlk ürün, Morton Heilig tarafından üretilen Sensorama idi. Bu ürün üzerinde çalışmalar 1956'da başladı ve ticari olarak 1961'de piyasaya sürüldü. Cihazın görüntü, ses, koku, titreşim ve rüzgar gibi 5 farklı deneyim yaşatma özelliği bulunmaktaydı. Doug Engelbart tarafından bilgisayarlara yansıtılma fikri sunulmuş, ancak döneminde makul karşılanmamıştır. 1961 yılında Philco ilk başa takılan ekranı tasarladı. Bu ekranda film ve kameralardan elde edilen görüntüler kullanıldı (Rosen, 2008) Sanal gerçeklik eğitimleri pilot ve astronotların eğitimi için uçuş simülatörleri, fizik ve biyoloji bilimlerindeki bilimsel deneyimler, tıbbi teşhis ve tedavi ile üç boyutlu video oyunları olmak üzere geniş bir alana yayılmış bulunmaktadır. Hemşirelik eğitiminde karmaşık beceri uygulamalarında da gerçek ortamı etkin bir şekilde canlandırabilmektedir. Bu yönüyle teorik eğitimin uygulamaya aktarılmasında kolaylık sağladığı için eğitimciler tarafından giderek tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir. (Choi et al., 2015; Gündoğdu et al., 2017).

Haptik sistemler ise uygulanan girişimlerin sanal simülasyon maketlerindeki sensörler tarafından algılandığı ve dokunmaya yanıt oluşturduğu mekanik ve fizyolojik etki ve tepkilerden meydana gelen uygulamalardır (Gündoğdu et al., 2017). Sanal simülasyon ve haptik sistem uygulamalarında canlandırılmak istenen ortam interaktif senaryolar eşliğinde planlanır. Senaryo eşliğinde uygulamanın gerçekleştirilmesi hem gerçekliği hem de değerlendirme sürecinde eğitime kolaylık sağlamaktadır. Sanal simülasyon uygulamalarının bir diğer avantajı da uygulama içerisinde kullanılan kişi modellerinin isteğe göre tasarlanabilmesi (yüz, mimik ve kıyafet) ve yönetilebilmesidir. Teknolojik gelişimin eğitime katkılarında olan sanal simülasyon, becerilerin hatasız ve tekrarlı bir şekilde uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Yüksek maliyet gerektiren bu yöntem öğrenciye üst düzey öğrenme ortamı sağlamaktadır. Ancak sanal simülasyon uygulamalarının eğitim sürecine etkileri ve başarı düzeyini belirleyebilmek için farklı gruplarda daha fazla çalışma yapılmasına gereksinim vardır (Cant & Cooper, 2014; Choi et al., 2015; Gündoğdu et al., 2017).

### 3. Bilgisayar internet tabanlı simülasyonlar

Son yıllarda teknolojinin de ilerlemesiyle simülasyon alanında da yenilikler ve gelişmeler oluşmaya başladı. Bu yeniliklerden biri olan bilgisayar destekli simülasyon sağlıkla ilgili fizyolojik ve anatomik eğitimin, belirli görevlerin veya fonksiyonların tanımlanmasında kullanılmaktadır. Multi medya ortamında yüz yüze eğitim olarak da tanımlanmaktadır. Ayrıca düşük maliyet ve etkili eğitim için internet desteğinin de sağlanması ile eğitim için alternatif bir imkân oluşturmuştur (Cant & Cooper, 2014; Nehring & Lashley, 2009). Nty Smith ve arkadaşları California Üniversitesinde kardiyovasküler fizyoloji ve farmakolojinin bir modellemesini yaptığı Sleeper'ı geliştirdi ve dizüstü bilgisayar ile kontrol edilebilecek şekilde program ve maket eşleşmesini gerçekleştirdi. 1989 yılında anestezi simülatörü 1990 yılında da Gasman olarak adlandırılan sedasyon simülatörü bilgisayar tabanlı eğitimlerde kullanılmaya başlandı. 1995 yılında yoğun bakım simülatörü 1998 yılında hemodinamik simülatör sağlık eğitiminde kullanıma sunuldu (Schwid et al., 2002) 1986' da American Nurses Association'un yayınladığı bildiri ile bilgisayar destekli eğitimin sınıfta verilen eğitime göre daha etkili olduğunu belirtilmiştir (Cant & Cooper, 2014; Nehring & Lashley, 2009).

İlk tam ölçekli insan hasta simülatörü (SIM1) 1960 yılında mühendis Stephen Abrahamson, doktor Judson Denson ve Aerojet General Corporation tarafından üretildi. SIM 1'in yüz özellikleri arasında açıp kapanan gözler, boyutu değiştirebilen göz bebekleri ve açılan bir çene yer almakta, Göğüs özellikleri arasında solunum hareketi bulunmakta karotis ve temporal nabızlarla senkronize olan ve kan basıncı ile ilişkili kalp atışı bulunmaktaydı (Cooper & Taqueti, 2004; Good, 2003). Maketin, temel hava yolu yönetimi performans düzenleme ve uygulanan ilaca yanıt verme özelliği bulunmaktaydı (Cooper & Taqueti, 2004; Good, 2003). Gaba 1986 yılında kapsamlı bir simülasyon laboratuvarı kurdu ve CASE, METI ve CAE-Link gibi simülatörler mevcut simülatörlerin prototipi olarak üretildi. 2000 yılında üreticiler yüksek maliyetli ve tam ölçekli simülasyon maketlerinin yanında orta gerçeklikli simülasyon maketlerini de geliştirdi. Simman bu grubun ilk örnekleri arasında yer almaktadır. SIMA mankenin olmadığı kişisel bilgisayar, yazılım, monitör arayüzü, 8 eğitim senaryosu ve simülasyon eğitimini içeren yeni bir paketi kullanıma sürdü (Rosen, 2008). Öğrencilerin bireysel ve hızlı olarak çalışmaları, hatanın güvenli bir ortamda yapılması ve zarar verme riskinin olmaması, düşük maliyetli olması, hızlı bir şekilde geri dönüş sağlanması, etkili ve bilişsel bir öğrenme sağlanması, probleme odaklanma ve her öğrencinin ortak bir deneyim kazanması bilgisayar destekli simülasyonun avantajları arasında belirtilmektedir. Eğitim içeriğini geliştirmenin ve uygulamanın zaman alıcı olması ve hastalarla ilgili klinik çıktılar için geçerli bir puanlama sisteminin zor olması bu yöntemin dezavantajları arasında yer almaktadır. (Cant & Cooper, 2014; Nehring & Lashley, 2009).

### 4. Standart Hasta

Simüle/standart hasta sağlıklı birey tarafından hasta rolünün canlandırılması anlamına gelmektedir (Barrows, 1993; Donovan & Mullen, 2019). Standart hasta tanımı ilk olarak 1960 yılında Howard Barrows tarafından yapılmış ve 1963 yılında nörolojistler tarafından 3. Sınıf 10 tıp öğrencisinin

eğitiminde kullanılmıştır. Standart hastalarla ilgili deneyimler ilk kez 1964 yılında paylaşılmıştır, ancak bilimsel olmadığı ve maliyeti yüksek olduğu için yaygın olarak kullanılmamıştır (Rosen, 2008). Jinekologlar tarafından pelvik muayene sürecini öğretmek için 1968 yılında kullanılmıştır. 1970 yılında standart hastaların klinik ortama gizli entegre edilmesi eğitim ve değerlendirme sürecinin daha başarılı olmasını sağladı. Paula Stillman, pediatri stajında simüle anneleri kullandı ve daha sonra “hasta eğitimcileri” olarak tanımladığı bu kişileri işe almaya başladı. Hasta eğitimcileri, fizik muayene ve teşhis becerilerini öğretmek için kullanılan kronik stabil bulguları olan bir hastaydı. Böylece simüle edilmiş hastaların test durumlarına dahil edilmesi ile birlikte mevcut standardize edilmiş kişiler “standart hasta” olarak terminolojide yerini aldı. Josiah Macy’in sponsorluğunu yaptığı konferanslarda klinik yeterliliği değerlendirmek için standart hastaların kullanılması fikri kabul edildi. Böylece okullarda standart hastaları yeterlilik değerlendirmek için kullanan okullar bir araya getirilerek konsorsiyum oluşturuldu. Ulusal Tıp Denetçileri Kurulu (NBME) Standardize Hasta Projesi bu işbirlikler aracılığı ile oluşturulmuştur. (Rosen, 2008). Amerika’da 1990-1991 yılında standart hasta tabanlı sertifika programı dahilinde hastalar seçilmeye başlanmıştır. Kanada Tıp konseyi 1993 yılında standart hasta uygulamasının ruhsatla yapılması koşulunu getiren ilk kuruluştur. Günümüzde simüle/standart hasta sağlık eğitimi alanında kullanılan etkili yöntemler arasında yer almaktadır. Standart hastalar öğrencilere klinik ortamda hastayla karşılaşmadan önce klinik becerileri ve iletişim düzeylerinin gelişmesi için uygun ortam sağlar ve yaşanan anksiyeteyi azaltır. Ayrıca standart hasta uygulaması öğrencilere hasta beklentilerini yansıtılabilme ve kişiler arası etkili iletişim kurabilmenin yanında, teorik bilgi ve beceriyi entegre etme, kritik düşünme, özgüven, klinik yargılama, problem çözme becerisi de kazandırabilmektedir (Barrows, 1993; Nehring & Lashley, 2009). Maliyetinin çok yüksek olması ve çocuklar gibi özel grupları çalıştırmak ve uygulama yapmak standart hasta kullanımının olumsuz yönleri arasında kabul edilmektedir (Nehring & Lashley, 2009). Standart hasta sağlık eğitiminde yıllardır kullanılmasına rağmen, hemşirelik eğitiminde tamamıyla benimsenmemiştir (Bornais et al., 2012; Goh et al., 2016). Hemşirelik alanında standart hasta ile yapılan çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşılmıştır (Basak et al., 2019; İlaslan et al., 2020; Karadağ et al., 2020; Shin et al., 2015).

## 5. Yüksek Gerçekli Simülasyon

Bütünleşik simülatörler, daha gerçekçi öğrenme deneyimi ve ortamı sağlamak için bilgisayar teknolojisi ile vücudun bir parçası veya tümünü canlandıran maketlerin birlikte kullanıldığı simülasyon yöntemidir. Teknolojinin maketle birlikte kullanılması verilen eğitim içeriğinin ve hazırlanan ortamın gerçekliğe uygunluk düzeyini belirlemektedir (Cant & Cooper, 2014; Willhaus, 2016). Gerçeğe uygunluk; canlandırılmak istenen durumun görünüş ve özellikleri ile hazırlanan sistemin görünüm ve fonksiyonlarının benzerlik düzeyi olarak ifade edilir. Gerçeğine uygunluk düzeyi düşük ve yüksek sistemler olarak sınıflandırılır. Moulage ve ark. 1998 yılında ses, koku ve ışık gibi faktörlerin gerçeklik düzeyini etkilediğini belirtmiştir. Ayrıca duygu, motivasyon ve kültür gibi psikolojik ve sosyal faktörler senaryonun gerçeklik düzeyini etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Carvalho et al., 2018; Willhaus, 2016). Yüksek geçerlikte hasta simülatörüne Laerdal SimMan Universal Patient Simulator (SimMan) maketi örnek verilebilir (Cooper, 2004). Stanford ve Florida Üniversitesinde 1980’li yıllarda David Gaba önderliğinde Comprehensive Anaesthesia Simulation Environment (CASE), Michael Good ve JS Gravenstein önderliğinde ise Gainesville Anaesthesia Simulator (GAS) adı ile bilinen anestezi simülatörleri geliştirilmiştir. 1990’lı yıllarda ise yaygınlığı artan bu simülatörler sağlık alanında etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır (Bradley, 2006). Yüksek gerçeklikli simülatörler nefes alma ile birlikte göğüsün hareket etmesi, ışıkla birlikte pupil refleksinin olması, nabız alınması, terleme gibi özelliklere sahiptir. Daha ileri teknolojinin kullanıldığı bazı modeller ile iletişime geçilebilmektedir (Bradley, 2006; Cant & Cooper, 2014; Willhaus, 2016). Yüksek gerçeklikli maket ile hazırlanmış bir eğitim ortamında hastaya zarar verme riski yoktur. Öğrencilerin yapacakları uygulamalarla ilgili karar verme, önceliklerini belirleme, problem çözme, bireysel tutum ve düşüncelerini etkili bir şekilde birleştirmelerine olanak sağlayarak, bilgi ve becerinin beraber kullanılmasında anahtar rol oynamaktadır. Bireysel ya da grup çalışması olarak planlanabilir (Carvalho et al., 2018; Willhaus, 2016).

## Simülasyonun Gelecekteki Olası Yönleri

Her bir eğitim aşaması ve türünde daha iyi bir metodolojik temele ve disiplinler arası işbirliğine gereksinim vardır. Bu gereklilik diğer eğitim uygulamaları kadar simülasyon eğitimi için de geçerlidir. Simülasyon eğitiminin maliyetli olması, eğitim sürecinde potansiyel faydalarının etkili yöntemlerle değerlendirilememesi bazı kurumlarda eğitim ve öğretim tercihleri arasında yer almamasına neden olmaktadır (Bradley, 2006). Bu doğrultuda değerlendirmelerin simülasyon uygulamalarından elde edilen kanıtlar doğrultusunda yapılarak karar verilmesi gerekmektedir (Bradley, 2006). Simülasyon yöntemini eğitim sürecinde yetersiz olarak kabul eden herhangi bir kanıt bulunmaması, eğitimde aktif olarak kullanılacağını göstermektedir.

Simülasyon eğitiminin yararları düşünüldüğünde, gelecekte eğitim ve öğretimde geniş bir yer tutacağı ve eğitim gereksinimleri, hedefleri ve teknolojik ilerlemeler doğrultusunda da artan bir hızda kullanılmaya devam edeceği düşünülmektedir (Aldhafeeri & Alosaimi, 2020; Sezer & Orgun, 2017). Günümüzde sağlık alanında simülasyon eğitime sıklıkla baş vurulduğu gibi gelecekte de ara sınıflarda, mezun konumundaki öğrencilerde, çok gruplu eğitimlerde, meslekler arası eğitimlerde, takım tabanlı eğitimlerde ve akreditasyon eğitimlerinde farklı simülasyon yöntemleri tercih edilmeye devam edecektir. Bu doğrultuda simülasyon eğitiminin sağlık eğitiminde geniş bir tabana sahip olduğu (Gaba, 2004) ve hemşirelik eğitiminde önemini koruyacağı söylenebilir.

## SONUÇ

Hemşirelik eğitiminin temelini oluşturan laboratuvar uygulamaları teorik bilginin beceriyle birleştirildiği ilk adımdır. Bu süreçte kullanılan yöntem ve tekniklerde zaman içinde değişime uğramıştır. Hemşirelik eğitiminde kullanılan klasik eğitim sistemi teknolojinin gelişimi ile simülasyona yönelik eğitim sistemine dönüşmeye başlamıştır. Klasik eğitim yöntemi ile belirli standartlar dışına çıkılamamakta ve öğrenci hedefleri yeteri kadar karşılanamamaktadır. Simülasyona dayalı uygulamalarda ise gerçek klinik ortamda uygulama hissi yaşanmakta ve tekrarlı uygulamalarla hatalardan öğrenme süreçleri gerçekleşmektedir. Bu kapsamda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sağlık alanında simülasyon uygulamalarının önemi artmış ve giderek tercih edilen eğitim yöntemi haline gelmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Yoo MS, Yoo Y. The effectiveness of standardized patients as a teaching method for nursing fundametals. *Journal of Nursing Education* 2003;42:444-8.
2. National Council of State Boards of Nursing (NCSBN). Clinical instruction in prelicensure nursing programs. 2005. <http://www.rn.ca.gov/pdfs/ncsbnclininstruct.pdf>. (Erişim tarihi: 28.02.2021).
3. National League for Nursing (NLN). Core competencies of nurse educators with task statements, competency 1 – facilitate learning. (2005). <http://www.nln.org/facultydevelopment/pdf/corecompetencies.pdf>. (Erişim tarihi: 28.02.2021).
4. Ackerman, A. S., Vanzanten, M. C., Stevens, B., Savic-Jovcic, V., Bretherton, C. S., Chlund, A., Golaz, J.-C., Jiang, H., Khairoutdinov, M., Krueger, S. K., Lewellen, D. C., Lock, A., Moeng, C.-H., Nakamura, K., Petters, M. D., Snider, J. R., Weinbrecht, S., & Zulauf, M. (n.d.). *Large-Eddy Simulations of a Drizzling, Stratocumulus-Topped Marine Boundary Layer*. <https://doi.org/10.1175/2008MWR2582.1>
5. Akalin, A., Şahin, S., & Tarihi, G. (2020). Hemşirelik Eğitiminde Simülasyonun Kullanılması: Türkiye’de Lisansüstü Tezler Using Simulation in Nursing Education: A Review on Postgraduate Theses in Turkey. *Koç Üniveristesi Hemşirelik Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 17(2), 139–186. <https://doi.org/10.5222/HEAD.2020.37074>
6. Aldhafeeri, F., & Alosaimi, D. (2020). Perception of Satisfaction and Self-Confidence with High Fidelity Simulation Among Nursing Students in Government Universities. *Journal of Education and Practice*, 11(11), 137–149. <https://doi.org/10.7176/jep/11-12-16>
7. Barrows, H. (1993). *An overview of the uses of standardized patients.2.pdf*. In *Academic medicine : journal of the Association of American Medical Colleges* (Vol. 68, Issue 6, pp. 443–451).
8. Basak, T., Aciksoz, S., Unver, V., & Aslan, O. (2019). Using standardized patients to improve the hygiene care skills of first-year nursing students: A randomized controlled trial. *Collegian*, 26(1),

- 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.colegn.2018.03.005>
9. Bornais, J. A. K., Raiger, J. E., Krahn, R. E., & El-Masri, M. M. (2012). Evaluating undergraduate nursing students' learning using standardized patients. *Journal of Professional Nursing*, 28(5), 291–296. <https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2012.02.001>
  10. Bradley, P. (2006). The history of simulation in medical education and possible future directions. *Medical Education*, 40(3), 254–262. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02394.x>
  11. Cant, R. P., & Cooper, S. J. (2014). Simulation in the Internet age: The place of Web-based simulation in nursing education: An integrative review. *Nurse Education Today*, 34(12), 1435–1442. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2014.08.001>
  12. Carvalho, M. H., Presado, V., Colaço, S., Rafael, H., Lavareda Baixinho, C., Félix, I., Saraiva, C., & Rebelo, I. (2018). Learning with High Fidelity Simulation. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23(1), 51–59. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018231.23072017>
  13. Choi, K. S., He, X., Chiang, V. C. L., & Deng, Z. (2015). A virtual reality based simulator for learning nasogastric tube placement. *Computers in Biology and Medicine*, 57, 103–115. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2014.12.006>
  14. Committee, I. S. (2017). INACSL standards of best practice: Simulation simulation design. *Clinical simulation in nursing*, 12, 5–12. <https://doi.org/10.1080/14703297.2017.1399808>  
<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.12.024>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecns.2016.09.005>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecns.2017.05.008>
  15. Cooper, J. B., & Taqueti, V. R. (2004). A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Qual Saf Health Care*, 13(1), 11–18. <https://doi.org/10.1136/qshc.2004.009886>
  16. Donovan, L. M., & Mullen, L. K. (2019). Expanding nursing simulation programs with a standardized patient protocol on therapeutic communication. *Nurse Education in Practice*, 38(May), 126–131. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2019.05.015>
  17. Ericsson, K. A. (2004). Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Academic Medicine*, 79(10 SUPPL.), 70–81. <https://doi.org/10.1097/00001888-200410001-00022>
  18. Gaba, D. M. (2004). The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*, 13(1), 2–10. <https://doi.org/10.1136/qshc.2004.009878>
  19. Gaba, D. M. (2007). The future vision of simulation in healthcare. *Simulation in Healthcare: Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 2(2), 126–135. <https://doi.org/10.1097/01.SIH.0000258411.38212.32>
  20. Goh, Yong Shian, Selvarajan, S., Chng, M. L., Tan, C. S., & Yobas, P. (2016). Using standardized patients in enhancing undergraduate students' learning experience in mental health nursing. *Nurse Education Today*, 45, 167–172. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.08.005>
  21. Good, M. L. (2003). Patient simulation for training basic and advanced clinical skills. *Medical Education, Supplement*, 37(1), 14–21. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.37.s1.6.x>
  22. Gündoğdu, H., Dikmen, Y., Üniversitesi, S., Bilimleri, S., Corr, F., & Fakültesi, S. B. (2017). *Hemşirelik Eğitiminde Simülasyon: Sanal Gerçeklik Ve Haptik Sistemler Sanal Gerçeklik Ve Haptik Sistemler Hemşirelik Eğitiminde Simülasyon: Sanal Gerçeklik Ve Haptik Sistemler Hemşirelik Eğitiminde Simülasyon: Sanal Gerçeklik Ve Haptik Sistemler Sanal Ger.* 3(4), 172–176.
  23. İlaslan, E., Geçkil, E., Kol, E., & Erkul, M. (2020). Examination of the professional values of the nurses and the associated factors. *Perspectives in Psychiatric Care, January*, 1–10. <https://doi.org/10.1111/ppc.12524>
  24. Jeffries, P. R., Rodgers, B., & Adamson, K. (2015). NLN Jeffries Simulation Theory: brief Narrative description. *International Journal of Nursing Education Scholarship*, 36(5), 292–293. <https://doi.org/10.1515/1548-923X.2398>
  25. Karadağ, M., Yildirim Şişman, N., & Çalışkan, N. (2020). Use Of Standardized Patient In Nursing Education: A Systematic Review \*\*\*\*\* Hemşirelik Eğitiminde Standardize Hasta Kullanımı: Sistematik İnceleme. In *Araştırma Cerrahi Ameliyathane Sterilizasyon Enfeksiyon Kontrol Hemşireliği Dergisi* (Vol. 1, Issue 2).
  26. Nehring, W. M., & Lashley, F. R. (2009). Nursing Simulation: A Review of the Past 40 Years. *Simulation & Gaming*, 40, 528–552. <https://doi.org/10.1177/1046878109332282>
  27. Perkins, G. D. (2007). Simulation in resuscitation training . *Resuscitation*, 73, 202–211.

- <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2007.01.005>
28. Rosen, K. R. (2008). The history of medical simulation. *Journal of Critical Care*, 23, 157–166. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2007.12.004>
  29. Schwid, H. A., Rooke, G. A., Carline, J., Steadman, R. H., Murray, W. B., Olympio, M., Tarver, S., Steckner, K., Wetstone, S., AlHaddad, S., Hass, J., Victor Ryckman, J., Tetzlaff, J., Tome, J., Lane, J. L., Stasic, A., Baldwin, S., Schnieder, A. J. L., Venable, C., ... Kofke, W. A. (2002). Evaluation of anesthesia residents using mannequin-based simulation: A multiinstitutional study. *Anesthesiology*, 97(6), 1434–1444. <https://doi.org/10.1097/00000542-200212000-00015>
  30. Şendir, M., & Doğan, P. (2015). Hemşirelik Eğitiminde Simülasyonun Kullanımı: Sistemik İnceleme. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 23(1), 49–56.
  31. Sezer, H., & Orgun, F. (2017). Using simulation in nursing education and simulation model. In *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi* (Vol. 33, Issue 2, pp. 140–152). <https://dergipark.org.tr/en/pub/egehemsire/issue/32885/283062>
  32. Shin, S., Park, J. H., & Kim, J. H. (2015). Effectiveness of patient simulation in nursing education: Meta-analysis. *Nurse Education Today*, 35(1), 176–182. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2014.09.009>
  33. Ulupınar, F., & Toygar, Ş. A. (2020). Hemşirelik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı ve Örnek Uygulamalar. *Fiscaoeconomia*, 4(2), 524–537. <https://doi.org/10.25295/fsecon.2020.02.013>
  34. Willhaus, J. (2016). Simulation basics: How to conduct a high-fidelity simulation. *AACN Advanced Critical Care*, 27(1), 71–77. <https://doi.org/10.4037/aacnacc2016569>

## MOTORLU ARAÇLARDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

### Rüveyda KOCUR

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği, Orcid No:0000-0002-0236-6511

(Sorumlu Yazar)

### Dilek ÖZTAŞ

Doç. Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Halk Sağlığı, Orcid No:0000-0002-8687-7238(Sorumlu Yazar)

### Abdullah YILDIZBAŞI

Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Orcid No: 0000-0001-8104-3392

### Ergün ERASLAN

Prof. Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orcid No: 0000-0002-5667-0391

## MOTORLU ARAÇ NEDİR?

Isı enerjisini mekanik enerjiye dönüştürüp hareketini sağlayarak, yük veya yolcu taşımak amacıyla karayollarında kullanılan makinelere motorlu araç denir. Forklift ve vinçler motorlu araçlara örnektir.

## İŞ MAKİNELERİ

“İş makineleri 2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanunundaki tanımlamaya göre; yol, inşaat makineleri ile benzeri tarım, sanayi, milli savunma , bayındırlık ile çeşitli kuruluşların iş ve hizmetlerinde kullanılan iş amacına göre üzerine çeşitli ekipmanlar monte edilmiş; karayolunda insan, hayvan, yük taşımada kullanılmayan motorlu araçlardır.”

### İş Makineleri Çeşitleri ;

Kaldırma Makineleri (Forklift , Vinç)

Bir yükün yerini değiştirme ,taşıma, istifleme ve olduğu yerden yukarıya kaldırma işlemlerini yapan iş makineleridir.

Kazıma yükleme makineleri

Farklı zeminleri kazan, kısa mesafelerde depo etmek için yığma yapan ya da kazılmış olan malzemeyi yükleyen iş makineleridir.(Yükleyici vb)

Yol dışı nakliye makineleri

Baraj ve yol inşaatlarında,maden ocaklarında, çeşitli malzemelerin şantiye sahalarında nakliye işlemini yapan yüksek taşıma kapasiteye sahip olan

Makinelerdir.

Delme makineleri

Toprak veya kaya zeminleri değişik boyutlarda ve çaplarda darbeli veya dönüşlü olarak delen iş makineleridir.

Sıkıştırma makineleri

Değişik cinslerde olan malzemelerin(asfalt, toprak vb.) sıkıştırılması için kullanılan makinelerdir. (Silindir vb)

Ziraat makineleri

Zirai amaçla kullanılan iş makineleridir.





Silindir



Kazıcı Yükleyici (Loader)



Vinç



Forklift



Ekskavatör



Grayder



Transmikser

Özel ehliyetle  
kullanılması  
gereken iş  
makinaları



Zemin Süpürme



beton pompası



Betom Pompası



Finisher (Asfalt Serme)



Dozer



Sondaj makinesi (zemin delgi)

### İş Makinesi Çalışırken Alınması Gereken Emniyet Tedbirleri;

- İşe başlanmadan önce motoru çalıştırıp, motorun ve hidrolik sistemlerinin ısınması beklenmelidir.
- Motor boştaki iken, frenler, hidrolik sistemler, geri ve ileri manevralar kontrol edilmeli ve görüş açısına engel bir durum olmamalıdır. Silecek ve cam suyu mekanizması çalışıyor olmalıdır.
- İş makinesinin tüm uyarı sisteminin, aydınlatma ve uyarı ışıklarının, fren lambalarının arızasız olduğu tespit edilmelidir.
- İşe başlamadan önce çevresindekilere uyarılarak, kabinde başka kişilerin olmamasına dikkat edilmelidir.
- Taşınan yükler, operatörün görüş alanını kapatmamalı ve insan üzerinden geçirilmemelidir.
- İş makinesi kapasitesinin üzerinde ve amacının dışında kullanılmamalıdır.
- Çalışma yeri meyilli ise 35 dereceden fazla meyil olmamalıdır.
- İş makinesi çalışırken, alan sürekli kontrol edilerek tehlikeli yerde olanlar uzaklaştırılmalıdır.
- Motor çalışır durumdayken depoya yakıt doldurulmamalıdır.
- Yerlere yağ vb. şeyler dökülmemelidir.
- Gaz yağı, benzin gibi yanıcı maddeler açıkta bırakılmamalıdır,
- Çalışılan yerlerde yangın ekipmanları her zaman hazır olmalıdır,
- Motor üzerinde çalışırken doğru ekipman ve aletler kullanılmalıdır,
- Kaporta boyama vb. işlerde mutlaka maske kullanılmalıdır.

### Motor Kazaları ile İlgili Olarak Genel Kaza Sebepleri;

İradeyi kaybetmek

İşaret vermeyi ihmal etmek

Hızlı gitmek

Normal olmayan geçişler yapmak

Araçtaki kusurları gözardı etmek

Yayaların hataları

Yolların özellikleri

Kaza yapan araçları emniyete almamak

Yol ve hava durumlarını dikkate almamak

Makinenin bakımının yapılmaması

| ARAÇ CİNSİ  | YERLEŞİM YERİ İÇİNDE | YERLEŞİM YERİ DIŞINDA                   |                  | OTOYOLLARDA   |
|---|----------------------|---|------------------|---|
|   |                      | ŞEHİRLERARASI ÇİFT YONLU KARAYOLLARINDA | BÖLÜNÜŞ YOLLARDA |   |
| Otomobil (M1), (M1G),   | 50                   | 90                                      | 110              | 120   |
| Minibüs (M2),   | 50                   | 80                                      | 90               | 100   |
| Otobüs (M2-M3),   | 50                   | 80                                      | 90               | 100   |
| Kamyonet (N1), (N1G)  | 50                   | 80                                      | 85               | 95  |
| (Ek satır:RG-21/3/2012-28240)<br>Panelvan (N1)  | 50                   | 85                                      | 100              | 110   |
| Kamyon (N2-N3),<br>Çekici (N2-N3)   | 50                   | 80                                      | 85               | 90  |
| Motosiklet (L3)   | 50                   | 80                                      | 90               | 100   |
| Motosiklet (L4, L5, L7)   | 50                   | 70                                      | 80               | 80  |
| Motorlu bisiklet (L1, L2, L6)<br>Motorsuz bisiklet  | 30                   | 45                                      | 45               | Giremez   |
| Tehlikeli madde taşıyan araçlar ve özel yük taşıma izin belgesi veya özel izin belgesi ile karayoluna çıkan araçlarda (Belgelerinde aksine bir hüküm yoksa) | 30                   | 50                                      | 50               | 60  |
| Lastik tekerlekli traktörler  | 20                   | 30                                      | 40               | Giremez   |
| Arızalı bir aracı çeken araçlar   | 20                   | 20                                      | 30               | 40  |
| İş makineleri   | 20                   | 20                                      | 20               | Yolun yapım, bakım veya işletilmesinden sorumlu kuruluştan izin alınmadan giremez |

### Motorlu Araç ve İş Makinelerinin Bakım ve Onarımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Motorlu araç ve iş makinelerinin; verimli çalışması, uzun ömürlü olması, ekonomik çalışması için belirli periyotlarla çalışma saatleri içerisinde bakım ve onarımlarının yapılması gerekmektedir.

### Motorlu Araç ve İş Makinelerinin Periyodik Testleri

#### 1-Günlük Bakım ve Testler

İş makinesini kullanan kişinin gününbirlik ve iş bitiminde iş yerinin talimatlarına uygun şekilde yaptığı bakım ve kontrollerdir.

a) Çalıştırma Öncesi Kontrol ve Testleri

Sıvı seviyeleri (motor yağı, soğutma suyu, fren hidroliği, hidrolik şanzıman yağı) , sıvı sızıntıları (Hidrolik yağ, yakıt, su, fren hidroliği, şanzıman ve hidrolik kollarda) ,lastikler ve hava basınçları, yakıt sistemi, kayış gerginlikleri kontrol edilir.

b) Isıtma Sırasında Kontrol ve Testleri

Motor çalıştırılarak ısınması beklenir. Araç içi göstergelerin kontrolleri sağlanır. Uyarı ışıkları ,vitesler ,fren ve direksiyon kontrol edilir.

c) Çalışma Sırasında Kontrol ve Testler

Göstergelerde bir sorun olup olmadığı kontrol edilir ve normalin dışında gelen motor sesleri var ise takip edilir.

d) İş Bitimi Kontrol ve Testleri

Yakıt takviyesi yapılmalıdır.Bu işlem gerçekleştirilerek aracın çalışıyor olmasına dikkat edilerek park edilmelidir.

## 2-Periyodik Kontrol ve Testler

İmalatçı firmanın öngördüğü sıklık ve aralıklarda motorlu araçların periyodik olarak yaptırması gereken testler ve bakımlardır. İmalatçı firma tarafından araca uygulanacak olan bakımların ve testlerin hangisinin yapılacağı, hangi parçaların değişeceğine karar verilir.

## KAYNAKLAR

<https://airclinicosg.com/is-guvenliginde-motorlu-araclar-airclinic-osg/>

<https://en.calameo.com/read/00294524477d0399f75cc>

<https://ecemiseliseleri.com/2016/06/05/motorlu-araclarda-is-sagligi-ve-guvenligi/>

<http://lebbyalkin.com.tr/mevzuat/mevzuattaki>

son degisiklikler/2014 mevzuattaki son

degisiklikler\_temp\_temp 000\_/2014 kasim\_temp\_temp 000\_2014\_11\_/motorlu-araclarin

guvenligi-yon-deg.html

<https://docplayer.biz.tr/16125673-Motorlu-araclarda-is-sagligi-ve-guvenligi.html>

Çalışma Alanlarında İş Sağlığı ve Güvenliği 2 Ders Kitabı

<https://airclinicosg.com/is-guvenliginde-motorlu-araclar-airclinic-osg/>

4857 Sayılı İş Kanunu

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü

2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanunu

İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 25/04/2013 Sayısı: 28628)

20/6/2012 Tarihli ve 6331 Sayılı İSG Kanunu

Motorlu Taşıtlı Sürücüler Kursu Yönetmeliği

İş ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Resmi Gazete Tarihi 25/04/2013 Sayısı :28628

**KORONER GİRİŞİM SONRASI PERİFERİK VASKÜLER KOMPLİKASYONLARIN  
ÖNLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER VE HEMŞİRENİN ROLÜ**  
**METHODS USED IN PREVENTING PERIPHERAL VASCULAR COMCATIONS AFTER  
CORONARY INTERVENTION AND THE ROLE OF THE NURSE**

**Emine KORKMAZ**

Uzman Hemşire, Kayseri Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Sertifikalı Eğitim Koordinatörlüğü, Kayseri, Türkiye

(Sorumlu Yazar)

**Şerife KARAGÖZOĞLU**

Prof. Dr., Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Sivas, Türkiye

**ÖZET**

Kardiyovasküler hastalıklar gelişmiş ülkelerdeki morbidite ve mortalitenin en sık nedenidir ve total ölümlerin 1/3'ünden sorumludur. Koroner Arter Hastalığı'nın (KAH) prevalansı Türkiye ve diğer gelişmekte olan ülkelerde giderek artmakta olup hastalığın ortaya çıkışını ve seyrini etkileyen çok sayıda risk faktörünün olduğu belirlenmiştir. KAH'nın en sık sebebi koroner aterosklerozdur. KAH'nın tanısında, günümüz koşullarında halen standart yaklaşım Koroner Anjiyografi (KAG) olmakla birlikte KAH'nın hem tanısı hem de tedavisinde Perkütan Koroner Girişimler (PKG) uygulanabilmektedir. Hem KAG hem de PKG için en sık tercih edilen periferik vasküler giriş yeri femoral arterdir. Koroner girişime bağlı komplikasyonlar major (ölüm, MI, inme) veya minor (aritmiler, geçici iskemik atak, vasküler giriş yeri komplikasyonları, böbrek yetmezliği, kontrast ajana bağlı allerjik reaksiyonlar) olmak üzere iki gruba ayrılır. Sıklıkla karşılaşılan vasküler komplikasyonlar ise hematoma, ekimoz, kanama ve ağrıdır. Vasküler komplikasyon gelişimi açısından en önemli risk faktörleri ileri yaş, kadın cinsiyeti, düşük vücut ağırlığı, kronik hastalık varlığı, prosedürün tipi ve prosedür esnasında kullanılan ilaçlardır. Günümüzde koroner girişim sonrasında vasküler komplikasyonların kontrolünde klasik kum torbası yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Kum torbası yönteminin yanında çeşitli marka ve modellerde damarsal kapama ve kompresyon cihazları da vasküler komplikasyonların kontrolünde kullanılabilir. Yapılan çalışmalarda vasküler komplikasyonların önlenmesinde diğer bir yöntem olarak soğuk uygulamadan bahsedilmektedir. KAG veya PKG sonrası hasta bakımını; işlem öncesi, işlem sırası ve işlem sonrası olmak üzere üç başlık altında incelemek mümkündür. Sağlık ekibi içinde önemli bir yere sahip olan hemşirelerin KAG ve PKG de olası komplikasyonların azaltılması ve önlenmesinde önemli sorumlulukları bulunmaktadır. Hemşirelik uygulamalarındaki amaç, olası komplikasyonların önlenmesi, hastanın erken mobilizasyonunun sağlanması, ağrıyı azaltmak ve yaşam kalitesini artırmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Koroner girişim; Periferik vasküler komplikasyon; Kum torbası; Close ped; Soğuk uygulama

**ABSTRACT**

Cardiovascular diseases are the most common cause of morbidity and mortality in developed countries and responsible for 1/3 of total deaths. The prevalence of Coronary Artery Disease (CAD) is increasing in Turkey and other developing countries and is determined that a large number of risk factors influencing the onset and course of the disease. The most common cause of CAH is coronary atherosclerosis. In the diagnosis of CAD, the standard approach is still Coronary Angiography (CAG), but Percutaneous Coronary Interventions (PCI) can be applied in both diagnosis and treatment of CAD. The most preferred peripheral vascular access site for both CAG and PCI is the femoral artery. Complications related to coronary intervention are divided into two groups as major (death, MI, stroke) or minor (arrhythmias, transient ischemic attack, vascular access site complications, kidney failure, allergic reactions due to contrast agent). Common vascular complications are hematoma, ecchymosis,

bleeding and pain. The most important risk factors for the development of vascular complications are advanced age, female gender, low body weight, presence of chronic disease, the type of the procedure and the drugs used during the procedure. Nowadays, the classical sandbag method is widely used in controlling vascular complications after coronary intervention. Besides the sandbag method, various brands and models of vascular closure and compression devices can also be used in controlling vascular complications. In some studies cold application is mentioned as another method in preventing vascular complications. Patient care after CAG or PCI can be evaluated under three headings: before the procedure, during the procedure and after the procedure. Nurses, who have an important part in the healthcare team, have important responsibilities in reducing and preventing possible complications after CAG and PCI. The purpose of nursing practices is to prevent possible complications, to ensure early mobilization of the patient, to reduce pain and to increase quality of life.

**Keywords:** Coronary intervention, Peripheral vascular complication, Sandbag, Close pad, Cold application.

## 1. GİRİŞ

Kardiyovasküler hastalıklar gelişmiş ülkelerdeki morbidite ve mortalitenin en sık nedeni olup, total ölümlerin 1/3'ünden sorumludur (Lopez et al., 2006; Kreatsoulas ve Anand, 2010). Koroner Arter Hastalığı'nın (KAH) prevalansı Türkiye ve diğer gelişmekte olan ülkelerde giderek artmakta olup hastalığın ortaya çıkışını ve seyrini etkileyen çok sayıda risk faktörünün olduğu belirlenmiştir. KAH'nın risk faktörleri arasında sigara, diabetes mellitus, hipertansiyon, obezite, metabolik sendrom, hiperlipidemi, alkol ve sedanter yaşam gibi faktörler yer almaktadır (Durusoy ve ark., 2010; Kreatsoulas ve Anand, 2010). Ayrıca, ileri yaş, geçirilmiş MI, kalp yetmezliği bulgu ve semptomlarının ve periferik arter hastalığının varlığı, anginanın şiddeti ve verilen tedaviye yanıt da diğer bağımsız risk faktörleri içerisinde sayılmaktadır (Durusoy ve ark., 2010). KAH'nın en sık sebebi koroner aterosklerozdur (Falk et al., 2013). KAH'nın tanısında, günümüz koşullarında halen standart yaklaşım Koroner Anjiyografi (KAG) olmakla birlikte KAH'nın hem tanısı hem de tedavisinde Perkütan Koroner Girişimler (PKG) uygulanabilmektedir. (Ginanjar, R., et al. 2018).

KAG ve PKG girişim yerleri; femoral, brakial, aksillar ve ulnar arterlerdir Her ne kadar radial yaklaşımın femoral yaklaşıma göre daha güvenilir olduğu bildirilmiş ise de, günümüz koşullarında birçok merkez uygulamalarında femoral yaklaşımı daha sık tercih etmektedir ((Kim ve Yoon, 2011). Femoral arter en sık kullanılan arteriyel girişim bölgesi olduğundan, tanı veya tedavi amaçlı işlemler sonrası vasküler komplikasyonların da en sık görüldüğü bölgedir. Koroner girişime bağlı komplikasyonlar major (ölüm, MI, inme) veya minor (aritmler, geçici iskemik atak, vasküler giriş yeri komplikasyonları, böbrek yetmezliği, kontrast ajana bağlı allerjik reaksiyonlar) olmak üzere iki gruba ayrılır. (Kristiyan A., et al. 2019; Abhijeet, W., & Shivanand, B. 2018). Minör komplikasyonlar arasında vasküler komplikasyonlar diğerlerine oranla daha fazla görülmektedir. Sıklıkla karşılaşılan vasküler komplikasyonlar arasında hematoma, psödoanevrizma, arteriovenöz fistül, retroperitoneal kanama, ateroembolizm ve major kanamalar sıralanmaktadır (Levine ve ark., 2011; Mozaffarian et al., 2016). Günümüzde koroner girişim sonrasında vasküler komplikasyonların kontrolünde klasik kum torbası yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır (Beşli ve ark., 2013). Kum torbası yönteminin yanında çeşitli marka ve modellerde damarsal kapama ve kompresyon cihazları da vasküler komplikasyonların kontrolünde kullanılabilir (Dangas ve ark., 2001; Jones ve McCutcheon, 2002; Tzinieris ve ark., 2007; Beşli ve ark., 2013; Bitargil et al., 2014). Pnömotik kompresyon cihazı (Close Pad) yöntemi son zamanlarda kullanım sıklığı giderek artan bir yöntem olup, kum torbası yöntemi yerine kullanılmaktadır (Beşli ve ark., 2013). Yapılan çalışmalarda vasküler komplikasyonların önlenmesinde diğer bir yöntem olarak soğuk uygulamadan bahsedilmektedir (Ahmed El Geziry, et al., 2018; Curuk ve ark., 2017). Soğuk uygulamanın femoral hematoma tedavisinde kullanılan kum torbasından daha etkin ve daha iyi tolere edilebilir bir yöntem olduğu vurgulanmaktadır.

## 2. PERİFERİK VASKÜLER KOMPLİKASYONLAR

Koroner girişim yapılan hastaların bir kısmı 24 saat içinde taburcu edilirken, bir kısmı da işlem sonrası ciddi, hayatı tehdit eden vasküler komplikasyonlarla karşılaşabilmektedir. Bu komplikasyonlar hastaların uzun süren yatışını ve çok daha kompleks tedaviyi gerektirmektedir.(Korkmaz E, 2017). Vasküler komplikasyon gelişimi açısından en önemli risk faktörleri ileri yaş, kadın cinsiyeti, düşük vücut ağırlığı, kronik hastalık varlığı, prosedürün tipi ve prosedür esnasında kullanılan ilaçlardır (Curuk ve ark., 2017 ; Farouque et al., 2005). Vasküler komplikasyonlar; kanama, hematoma, ekimoz, ağrı, psödoanevrizma, atriyo-venöz fistül, retroperitoneal hematoma ve nöropatidir (Lins ve ark., 2006; Özen ve Çelik, 2010). Bu komplikasyonların büyük bir kısmı hematomlar, arteriyovenöz fistül ve psödoanevrizma gibi cerrahi tedavi gerektiren önemli komplikasyonlardır. Cerrahi girişim gerektiren vasküler komplikasyon oranı %0.2 ile %9 arasında görülüp, hastaya ciddi şekilde rahatsızlık vermekte, hastanede kalma süresini uzatmakta, ek tanı ve tedavi işlemlerine maruz kalmasına neden olmakta, hastane maliyetini artırmakta ve daha da önemlisi mortaliteyi artırmaktadır (Lins ve ark., 2006; Oto ve ark., 2007; Rolley ve ark., 2011). Sıklıkla karşılaşılan vasküler komplikasyonlar ise hematoma, ekimoz, kanama ve ağrıdır.

### 2.1. Hematom ve Ekimoz

Femoral arter giriş bölgesinde oluşan ve ciddi kan transfüzyonları gerektiren komplikasyonların başında hematoma gelmektedir (Butman, 2005; Lins ve ark., 2006; Chu ve ark., 2009; Levine ve ark., 2011). Hematom en sık görülen vasküler giriş yeri komplikasyonudur ve sıklığı %5-23 olarak rapor edilmektedir (Merriweather ve Sulzbach-Hoke, 2012). Hematom vasküler giriş yerinde değişen boyutlarda şişlik, ağrı ve palpasyonda sertlik ile tanımlanır. Bu komplikasyon aynı zamanda hastanın hemoglobin değerinde ve tansiyonunda düşmeye de neden olabilmektedir. Hematomun sınırlarının çizilmesi ve boyutunun takibi çok önemlidir (Odom, 2008). Berry ve ark.'nın (2004) yaptığı çalışmada KAG olan 21 hastaların hastanede yatış süresinin uzamasının en önemli nedeninin hematoma olduğu ve KAG olan hastalarda %6 oranında hematoma olduğu bildirilmiştir. Femoral arter giriş bölgesinde oluşan bir diğer komplikasyon da ekimozdur (Sabo ve ark., 2008). Ekimoz her hangi bir kitle belirtisi olmadan ciltte renk değişikliğinin olmasıdır. İlerleyen yaş ve hipertansiyon varlığı ekimoz gelişim sıklığında artışa neden olmaktadır (Sabo ve ark., 2008). Katircıbaşı ve ark.'nın (2004) çalışmasına göre de en çok görülen femoral vasküler komplikasyonlarının ekimoz ve hematoma olduğu belirtilmektedir. Tok'un (2006) araştırmasında da PKG sonrası hastaların taburculuk sonrası dört haftalık dönemde yaşadıkları sorunların %63'ünün ekimoz ve hematoma; olduğu ifade edilmektedir. Hematomun tedavisinde; ilgili bölgeye basınç uygulanması; yeterli hidrasyonun sağlanması; hastanın istirahatinin sürdürülmesi; aralıklı hemogram takibi; gereğinde anti-koagülan ve anti-platelet tedaviye ara verilmesi; endikasyon olursa kan transfüzyonu yapılması ve çok ciddi ise cerrahi boşaltmanın gerçekleştirilmesi gerekir (Odom, 2008).

### 2.2. Ağrı

Kateter çekimine bağlı oluşan komplikasyonlar arasında hasta rahatının bozulması ve ağrı oluşumu önde gelmektedir (Leeper, 2004; Rolley ve ark., 2011). Ağrı ve rahatın bozulması kateteri çekilen hemen hemen tüm hastaların yaşadığı sıkıntılı bir durumdur. Bir çok merkezde ağrı kesici (lokal lidokain, IV morfin/fentanil/midazolam) kullanılmaktadır. İlaç kullanımının ağrıyı azalttığı yönündeki araştırmalar sınırlı sayıda (Leeper, 2004; Rolley ve ark., 2011). Ağrı oluşumunu etkileyen faktörlerin başında hastanın önceden var olan kas iskelet ağrıları, koroner işleminin uzun olması, kateter çekilirken hastanın femoral bölgesindeki hassasiyeti, hastanın genel konfor ve anksiyete seviyesi, hastanın daha önceki kateter çekimi deneyimi ve işlem öncesi hasta hazırlığının yeterliliği gelmektedir (Health, 2008). Kateter çekilirken oluşan diğer bir majör komplikasyon ise vazovagal uyarıyla hastanın vagotoniye girmesidir. Yüksek ağrı düzeyi vazovagal uyarıyı tetikleyen bir faktördür (Binak ve ark., 2001). Vazovagal uyarı, kan basıncı ve kalp hızında düşmeye neden olmakta ve sonuç olarak kısa süreli bilinç kaybı gelişmektedir (Taşkın ve ark., 2015). Bu nedenle birçok merkezde vazovagal etkileri önlemek için ağrı kesici kullanılmaktadır (Rolley ve ark., 2011).

### 2.3. Kanama

Stentlerin kullanıma girmesi ve stent trombozunu önlemek için antitrombin (glycoprotein IIb/IIIa reseptör inhibitörleri) ve antiplatelet (aspirin, klopidogrel vs.) tedavinin daha fazla kullanılması gereği,

PKG'ya bağı kanama komplikasyonunun daha fazla görülmesine neden olmaktadır. PKG'ya bağı intrakraniyal, intraoküler, retroperitoneal kanama olması veya transfüzyon gerektiren kanama olması ya da hemoglobin düzeyinin 5 g/dL'den daha fazla düşmesi 'major kanama' olarak kabul edilmektedir (Smith ve ark., 2005). Kanamanın durdurulması için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; damar üzerine el ile bası (bası en iyi sol elin üç parmağı kullanılarak ponksiyon yerinin proksimaline 10-15 dakika basınç uygulanması şeklindedir), klemp ile basınç, cerrahi dikiş, basınçlı pansuman ve kum torbası uygulamasıdır. Birçok merkezde standart olarak uygulanan hemostaz yöntemi olarak girişim bölgesine 10-15 dakika el ile bası uygulaması ve sonra kum torbası ile birlikte yaklaşık 4-6 saat kesin yatak istirahati uygulanması şeklindedir. El ile bası uygulamasının ardından ilk birkaç saatte giriş bölgesi üzerine kum torbası yerleştirilerek istirahat sürecinde uygulama yapılan bacağın düz uzatılması ve hastanın yatması sağlanmalıdır (Oto ve ark. 2007; O'grady, 2007).

### 3. PERİFERİK VASKÜLER KOMPLİKASYONLARIN ÖNLENMESİ

Komplikasyonları olmadan engellemek aslında en başarılı tedavidir (Bitargil ve ark., 2014). Bu bakımdan Kardiyak kateterizasyon esnasında daha küçük çaplı kateter kullanılması, dikkatli şekilde ana femoral arterden giriş yapılması, işlemden önce antikoagülan tedaviye ara verilmesi, işlem sonrası en az 20 dakika elle bölgeye kompresyon uygulanması, alternatif olarak perkutan kapama cihazlarının kullanılması gibi yöntemler önerilmektedir (Ateş ve ark., 2006).

#### 3.1. Kum Torbası Yöntemi

Günümüzde koroner işlem sonrasında tüm vasküler komplikasyonların kontrolünde klasik kum torbası yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır Ancak yapılan çalışmalarda kum torbası uygulamasının daha fazla ağrı ve rahatsızlığa neden olduğu dolayısıyla hastalar tarafından daha az tolere edilebilen bir yöntem olarak bildirilmiştir (Rezaei ve ark., 2009; Kristiyan A., et al. 2019). Vasküler komplikasyonların kontrolünde kum torbası yönteminin yanında çeşitli marka ve modellerde damarsal kapama ve kompresyon cihazları da kullanılabilir.

#### 3.2. Pnömotik kompresyon cihazı (Close Ped)

Close ped yöntemi son zamanlarda kullanım sıklığı giderek artan bir yöntem olup, kum torbası yöntemi yerine kullanılmaktadır. Bitargil ve ark., 2014; Beşli ve ark. 2013) Close ped, kısa süreli elle bası sonrasında femoral artere basıyı sürdürmek için geliştirilmiş yeni bir pnömotik sıkıştırma cihazıdır. Saydam görünümlü penceresi ve balon kesesi olan close ped girişim bölgesine yerleştirilerek bölgeye bası yapması sağlanmaktadır. Close pad yönteminin hasta konforunu artırması, yatak istirahat süresini kısaltması, personel gereksinimini ve kanamanın durdurulma süresini azaltması, hastanın kısa sürede taburcu edilmesi boyutlarıyla daha avantajlı olabileceği bildirilmektedir (Roberts ve ark., 2008).

#### 3.3. Soğuk Uygulama Yöntemi

Tedavi amacıyla lokal ya da sistemik olarak uygulanan, doku sıcaklığında düşmeye neden olan bir yöntemdir (Ay, 2008). Soğukun tedavi amacıyla kullanımı birçok klinik ve deneysel araştırmanın belgeleyip, desteklediği fizyolojik etkilerine dayanmaktadır (Potter ve Perry, 2007). Soğukun fizyolojik etkileri vazokonstriksiyon, lokal anestezi, doku metabolizmasında yavaşlama, kan viskozitesinde artma ve kas geriliminde azalmadır (Potter ve Perry, 2007; Açıkgöz, 2011; Kurt, 2012). Vazokonstriksiyon ile yaralanan vücut bölgesine kan akımı yavaşlamakta, ödem oluşumu önlenmekte, inflamasyon ve travmaya bağı kanama - hematoma gelişimi azalmaktadır. Soğukun lokal anestezi etkisi ile periferik sinir iletimi yavaşlatılarak ya da bloke edilerek lokal ağrı kontrol altına alınabilmektedir. Dokularda sıcaklık azaldığında duyu ve motor iletim hızı azalmakta veya tamamen engellenebilmektedir. Bu değişimin miktarı sıcaklığın derecesine bağı olarak farklılık gösterebilmektedir (Potter ve Perry, 2007; Açıkgöz, 2011). Doku metabolizmasında yavaşlamanın etkisi ile enzim fonksiyonları ve dokuların oksijen gereksinimi de azalmaktadır. Soğukun kan viskozitesini artırma etkisi ile yaralı bölgede kanın pıhtılaşması kolaylaşmaktadır. Soğukun kas geriliminde azalma etkisi ile de kas tonusu azaltılarak kas spazmı önlenmekte ve ağrı yine hafifletilebilmektedir (Potter ve Perry, 2007; Ay, 2008). Literatürde soğuk uygulamanın ağrıyı azaltmada etkisini ortaya koyan birçok çalışma bulunmaktadır (Curuk ve ark., 2017; Korkmaz, E. 2017., ; Bayındır 2017; Gentur ve ark., 2020). Soğuk uygulama ayrıca uygulama

kolaylığı, ciddi yan etkilerin olmaması ve düşük maliyet gibi diğer avantajları da sağlar ( Demir ve ark., 2010).

### 3.4.Konservatif Yaklaşım

Cerrahi gerektirmeyen kanama, hematoma gibi durumlarda kompresyon, elevasyon, antikoagulan tedaviye ara verilmesi, taze donmuş plazma kullanımı ve K vitamini takviyesi konservatif tedavinin temelini oluşturmaktadır (Filis ve ark., 2007).

### 3.5. Cerrahi

Damardaki hasarın boyutuna ve hastanın genel durumuna göre cerrahi tedavi seçenekleri de değişim göstermektedir. Bazı vakalarda damarın primer tamiri yeterli olmamakta ve tromboemboli nedeniyle embolektomi işlemi veya damardaki hasarın boyutuna bağlı olarak greft interpozisyonu gerekmektedir (Bitargil ve ark., 2014) .

## 4. KORONER GİRİŞİMLERDE HEMŞİRELİK BAKIMI

Koroner girişimde hasta bakımını; işlem öncesi, işlem sırası ve işlem sonrası olmak üzere üç başlık altında incelemek mümkündür. Bu işlemler büyük ölçüde hemşirelerin sorumluluğundadır ve vasküler komplikasyonların önlenmesinde hemşirelerin önemli fonksiyonları vardır (Kurt, 2012). Girişimsel tedavi uygulanan hastanın bakımında hemşirenin temel sorumlulukları olası komplikasyonları önleme, erken tanılama, hasta/aile eğitimi ve rehabilitasyonudur. Profesyonel bakım sistematize ve bilimsel problem çözme yaklaşımı olan hemşirelik süreci doğrultusunda verilmelidir. Ancak koroner girişimsel tedavi uygulanan hastalarda oluşan komplikasyonları önlemede kanıt dayalı hemşirelik uygulamalarını güçlendirecek çalışmalara gereksinim vardır. Özellikle vasküler komplikasyonların oluşumunu önleyici hemşirelik girişimleri ile ilgili çalışmalar oldukça kısıtlı olup, bu alanda bilimsel kanıt oluşturacak çalışmaların yapılmasına gereksinim vardır (Dumont, 2007; Odom, 2008; Rolley ve ark., 2011). Kateterizasyon sonrası komplikasyonları azaltmaya yönelik hemşirelik uygulamalarında birkaç basamaklı yaklaşımın dikkate alınması önemlidir. Bunlar; (1) riskli hastayı belirlemek, (2) kateterizasyon öncesi ve sonrası uygulanan antikoagülanları bilmek, (3) koagülasyon sağlanana kadar işlem bölgesinde etkin hemostazı sağlamak, (4) kaliteli hemşirelik bakımını sağlamak ve sürdürmektir (O'grady, 2007; Huber, 2009).

### 4.1. İşlem Öncesi Hemşirelik Bakımı

Koroner işlem öncesi hastanın hazırlığı hemşirelik bakımının önemli bir parçasıdır. Öncelikle hastanın işleme oryantasyonu sağlanmalı ve kurum politikalarına uygun bilgilendirilmiş onamı alınmalıdır. Bu süreçte aile üyeleri bakım planına mutlaka dahil edilmeli ve işlem hakkında bilgi, hastane ve kliniğin iletişimi, ziyaret kuralları, taburculuk hakkında bilgilendirme yapılmalıdır. Bundan sonra hastanın ön değerlendirmesi yapılmalı ve değerlendirmede ayrıntılı fizik muayene, ağırlık ve boy ölçümü, temel laboratuvar testleri ve EKG bulguları incelenmelidir. Ayrıca sağlık öyküsü, allerji ve kronik hastalık durumu, ilaç kullanımı gibi konularda hastanın ayrıntılı verileri elde edilmeli ve işlem sürecinin tüm basamakları hasta ve yakınlarına anlatılmamalıdır. Hastanın işlem öncesi bakımında sıklıkla ele alınabilecek hemşirelik tanıları şunlardır; (1) girişimsel tedavi, sonuçları ve olası komplikasyonlar ile ilgili yetersiz bilgiye bağlı anksiyete; (2) kardiyak kateterizasyon işlemi ile ilgili bilgi eksikliği ve (3) Koroner işleme ilişkin güvenli hazırlık gereksinimi (Akbayrak ve ark., 2007).

### 4.2. İşlem Anında Hemşirelik Bakımı

İşlemlerde uzun süre düz yatmaları nedeniyle hastaların konforu bozulabilmektedir. Bu nedenle işlemde hastanın konforunu bozan faktörlerin azaltılması, fiziksel bulgu ve belirtilerin sürekli gözlenmesi önemlidir. Koroner işlem sırası bakımında sıklıkla ele alınabilecek hemşirelik tanıları şunlardır; (1) kontrast madde kullanımına bağlı allerjik reaksiyon; (2) kardiyak tamponata bağlı düşük kalp debisi ve (3) miyokarda yeterli oksijen sağlanamamasına bağlı aritmidir (Odom, 2008).

### 4.3. İşlem Sonrası Hemşirelik Bakımı



Koroner işlem sonrası hemşirelik bakımı hastanın takibi, değerlendirilmesi ve komplikasyonların etkin yönetimini gerektirmektedir (Odom, 2008). Bu süreçte yapılması gereken hemşirelik girişimlerinin başında yaşamsal bulguların izlemi, arteriyel giriş bölgesinin gözlemi, ekstremitelerde dolaşım kontrolü, koagülasyon takibi, renal fonksiyonların değerlendirilmesi, kateter çekiminde ağrı yönetimi, etkin hemostazın sağlanması, sıvı alımının teşvik edilmesi, kateter çekim sonrası ambulasyonun sağlanması ve laboratuvar bulgularının değerlendirilmesi gelmektedir (Odom, 2008; Oto ve ark., 2007; Rolley ve ark., 2011). İşlem sonrası bakımda sıklıkla ele alınabilecek hemşirelik tanıları şunlardır; (1) koroner perfüzyonun yetersizliğine bağlı oluşan iskemi ve nekroza bağlı göğüs ağrısı; (2) kanama ve hematoma bağlı periferik doku perfüzyonunda azalma; (3) periferik perfüzyonda azalmaya bağlı tromboembolizm riski; (4) tedaviye veya hastaya bağlı kanama; (5) kanamaya bağlı sıvı volüm yetersizliğidir (Akbayrak ve ark., 2007). Koroner girişim sonrası sekonder koruyucu hemşirelik uygulamaları mortaliteyi azaltmakta, daha kaliteli fonksiyonel yaşamı sağlamak ve maliyeti azaltmaktadır. İşlem sonrasında hasta eğitimi ve kardiyak rehabilitasyonun önemi büyüktür (Rolley ve ark., 2011). Taburculuk sonrasında, hastanın evde girişim bölgesinin bakımını yapabilmesi, komplikasyon belirti ve bulgularını bilerek takip edebilmesi ve risk faktörlerini azaltmaya yönelik davranışları geliştirmesi önemlidir. Bu bağlamda bildirilmesi gereken belirti ve bulgular, özel uygulamalar, hareket, ilaç tedavisi, risk faktörlerinin kontrol altına alınması, düzenli kontrolün önemi hakkında hasta ve ailesine eğitim ve danışmanlık verilmelidir (Akbayrak ve ark., 2007; Odom, 2008).

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sağlık ekibi içinde önemli bir yere sahip olan hemşirelerin KAG ve PKG de olası komplikasyonların azaltılması ve önlenmesinde önemli sorumlulukları bulunmaktadır. Hemşirelik uygulamalarındaki amaç, olası komplikasyonların önlenmesi, hastanın erken mobilizasyonunun sağlanması, ağrıyı azaltmak ve yaşam kalitesini artırmaktır. Koroner girişim sonrası femoral bölgede yaşanan periferik vasküler komplikasyonlar ciddi maddi ve manevi hasara yol açabilmektedir.

Bu bağlamda, kum torbası yönteminin diğer yöntemlere nazaran daha ucuz olması ve kolay ulaşımı kliniklerde halen tercih sebebi olmasını sağlamaktadır. Her ne kadar literatürde soğuk uygulamanın hasta konforunu bozmadığı ve periferik vasküler komplikasyonları önlemede etkili olduğu bildirilmiş olsa da kliniklerde sık kullanım alanı bulabilmiş değildir. Close ped yönteminde malzemenin bir miktar pahalı olması, kurum geri ödemesinin olmaması nedeniyle kliniklerde tercih edilmemektedir. Vasküler komplikasyonların kontrolünde kapama yönteminin seçiminde maliyet etkinlik ve merkezin deneyimi göz önünde bulundurulmalı ve kurum politikası bu değişkenlere göre belirlenmelidir.

## KAYNAKLAR

Abhijeet, W., & Shivanand, B. (2018). A Study To Assess the Knowledge and Practices Among Cardiac Nurses About Patient Safety After Cardiac Catheterization. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 8(6), 916–920.

Açıkğöz, S. (2011), Sıcak ve Soğuk Tedaviler. İçinde: Klinik Uygulama Becerileri ve Yöntemleri, Nobel Kitabevi, Adana, 1307-1310.

Akpınar, R.B., Polat, H.T., Yaman, S., Özer, N. (2010), Subkutan heparin uygulamasına bağlı gelişen ekimoz hematoma ve ağrının önlenmesi için hemşirelerin aldıkları önlemler. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13:19-25.

Ahmed El Geziry, et al. (2018), “Non-Pharmacological Pain Management”, Open access peer-reviewed chapter, Published: November 5th.

Ates, M., Sand ark. (2006), Evaluation of risk factors associated with femoral pseudoaneurysms after cardiac catheterization. *J Vasc Surg*, 43(3):520-524.

Bayındır SK, and ark.(2017), Effect Of Ice Bag Application To Femoral Region On Pain In Patients Undergoing Percutaneous Coronary Intervention. *Pain Research And Management*.

Berry, C., Kelly, J., Cobbe, S., Eteiba, H. (2004), Comparison of femoral bleeding complications after coronary angiography versus percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol*, 94:361-363.

Beşli F, and ark. (2013). Comparison of pneumatic compression device and sand bag with respect to peripheral vascular complications in elective cardiac catheterization and percutaneous femoral artery interventions. *Türk Kardiyol Dern Ars* .41(6):478-485.

Binak, K., İlerigelen, B., Güzelsoy, D., Okay, T. (2001), *Teknik Kardiyoloji* (2. Baskı), Form Reklam Hizmetleri, İstanbul, 355-368.

Bitargil, M., and ark. (2014), Koroner Anjiyografi Sonucu Gelişen Vasküler Komplikasyonlara Yaklaşımlarımız. *Turkish Journal of Vascular Surgery*, 23(3):164-168.

Butman, S.M. (2005), *Complications of Percutaneous Coronary Interventions*. Springer, New York, 6-16.

Curuk GN, and ark. (2017), The Effect of Ice-Bag Applied to Femoral Region of Individuals with Percutaneous Coronary Intervention on Local Vascular Complications and Low Back-Pain. *Journal of Nursing and Health Science* 6(1):136-144.

Chu, J., Cutugno, C., Joy, S.S., Roush, K. (2009). Vasoconstriction vs compression for femoral hematoma after coronary angiography. *The American Journal of Nursing*, 109:71-72.

Dangas, G.,et al. (2001) Vascular complications after percutaneous coronary interventions following hemostasis with manual compression versus arteriotomy closure devices. *J Am Coll Cardiol*, 38(3):638-641.

Demir Y, Khorshid L. (2010), The effect of cold application in combination with standard analgesic administration on pain and anxiety during chest tube removal: a single-blinded, randomized, double-controlled study. *Pain Manag Nurs*. 11(3):186-196.

Durusoy, E., Yıldırım, T., Altun, A. (2010). Koroner Arter Hastalığı Poliklinik Takibi. *Trakya Univ Tıp Fak Derg*, 27(1):13-18.

Falk, E., Nakano, M., Bentzon, J.F., Finn, A.V., Virmani, R. (2013). Update on acute coronary syndromes: the pathologists' view. *Eur Heart J*, 34(10):719-728.

Farouque, H., et al. (2005). Risk factors for the development of retroperitoneal hematoma after percutaneous coronary intervention in the era of glycoprotein IIb/IIIa inhibitors and vascular closure devices. *J Am Coll Cardiol*, 45:363-368.

Gentur Wicaksono, Ta'adi, Masrifan Djamil (2020), Effectiveness of Cold Compress with Ice Gel on Pain Intensity among Patients with Post Percutaneous Coronary Intervention (PCI) *International Journal of Nursing and Health Services (IJNHS)* <http://ijnhs.net/index.php/ijnhs/home> Volume 3 Issue 6, December 20th, pp 680-686.

Ginanjar, R., et al. (2018) Effectiveness Of Cold Pack With Early Ambulation In Preventing Complications Of Haemorrhage And Haematoma In Patients Post Cardiac Catheterization. *Belitung Nursing Journal*. February;4(1):83-88.

Health, B. (2008), Femoral Artery Sheath Management & Removal Barwon Health Centre for Education and Practice Development Learning Module, 50-70.

Jones, T., McCutcheon, H. (2002). Effectiveness of mechanical compression devices in attaining hemostasis after femoral sheath removal. *Am J Crit Care*, 11(2):155-162.

Katırcıbaşı, T., and ark. (2004), Perkütan koroner girişimler sonrası femoral vasküler komplikasyonlar. *Anadolu Kardiyoloji Dergisi*, 4:39-44.

Kim JY, Yoon J. Transradial approach as a default route in coronary artery interventions. *Korean Circ J* 2011;41(1):1-8.

King, N., Philpott, S., Leary, A. (2008). A randomized controlled trial assessing the use of compression versus vasoconstriction in the treatment of femoral hematoma occurring after percutaneous coronary intervention. *Heart and Lung*, 37:205-210.

Kreatsoulas, C. Anand S. (2010), The impact of social determinants on cardiovascular disease. *Can J Cardiol*;26:8-13.

Kristiyan A, et al. (2019), Pengaruh Kompres Dingin Dalam Penurunan Nyeri Pasien Post Percutaneous Coronary Intervention (Pci): Literature Review. *Holistic Nursing And Health Science*. 2(1):16-21.

Korkmaz, E. (2017), Koroner Anjiografi Ve Perkütan Koroner Girişim Sonrası Periferik Vasküler Komplikasyonları Önlemede Kum Torbası, Close Pad Ve Kum Torbası İle Birlikte Soğuk Uygulamanın Etkinliği, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı, Sivas.

Levine G, et al. (2011), Guideline for percutaneous coronary intervention. *J Am Coll Cardiol* 58; 44-122.

Lins, S., Guffey, D., VanRiper, S., Kline-Rogers, E. (2006). Decreasing vascular complications after percutaneous coronary interventions: partnering to improve outcomes. *Crit Care Nurse*, 26(6):38-45.

Lopez, A.D., et al. (2006), Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: Systematic analysis of population health data. *Lancet*, 367:1747-1757.

Merriweather, N., Sulzbach-Hoke, L.M. (2012), Managing risk of complications at femoral vascular access sites in percutaneous coronary intervention. *Crit Care Nurse*, 32(5):16-29.

Mozaffarian, D., et al. (2016). Executive summary: heart disease and stroke statistics: a report from the American Heart Association. *Circulation*, 133(4), 447–454.

Odom, B.S. (2008), Management of patients after percutaneous coronary interventions. *Critical Care Nurse*, 28:26-41.

O'grady, E. (2007), *A Nurse's Guide to Caring for Cardiac Intervention Patients*. 1. Baskı. Southern Gate, John Wiley and Sons, 1-288.

Oto, A., Ergene, O., Kozan, Ö., İlkay, E., Kurşaklıoğlu, H., Değertekin, M., Aytemir, K. (2007). Girişimsel Kardiyoloji. Adana Nobel Kitabevi, Adana.

Özen, A.T., Çelik, S.Ş. (2010). Koroner anjiyoplasti ve intra koroner stent uygulanan hastaların bakımı. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13:60-66.

Potter, P., Perry, A.G. (2007), *Basic Nursing Essentials for Practice*. 6. Baskı. Canada, Mosby, 1062-1063.

Rezaei-Adaryani M, et al. (2009), The effect of three positioning methods on patient outcomes after cardiac catheterization. *J Adv Nurs* 65(2): 417-424).

Roberts, A., et al. (2008), Safeguard Manual Assist Technique: The SMAT Study. *Cath Lab Digest* 16(6).

Rolley, J., et al. (2011), Nursing clinical practice guidelines to improve care for people undergoing percutaneous coronary interventions. *Australian Critical Care*, 24:18-38.

Sabo, J., Chlan, L.L., Savik, K. (2008), Relationships among patient characteristics, comorbidities, and vascular complications postpercutaneous coronary intervention. *Heart Lung*, 37(3):190-195.

Smith, S.C. et al. (2005), ACC/AHA/SCAI 2005 guideline update for percutaneous coronary intervention: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/SCAI Writing Committee to Update the 2001 Guidelines for © 2005 by the American College of Cardiology Foundation and the American Heart Association, Inc. Percutaneous Coronary Intervention). American Heart Association

Taşkın, D., Ersoy, Z., Kçmürçü, Ö., Fırat, A.C. (2015), Vazovagal Senkop: Olgu Sunumu. *Anestezi Dergisi*, 23(2):107-109.

Tzinieris IN, et al. (2007) Minimizing femoral access complications in patients undergoing percutaneous coronary interventions: a proposed strategy of bony landmark guided femoral access, routine access site angiography and appropriate use of closure devices. *Hellenic J Cardiol* 48(3):127-133.

## INVESTIGATION OF SPINAL POSTURE, DEPRESSION AND QUALITY OF LIFE OF FORMAL CAREGIVERS OF THE DISABLED CHILDREN AND ELDERLY INDIVIDUALS

ENGELLİ VE YAŞLI BİREYLERE FORMAL BAKIM VERENLERİN SPİNAL POSTÜR, DEPRESYON VE YAŞAM KALİTESİNİN İNCELENMESİ

**Seda KARAMAN**

MSc ,Lecturer, Ondokuz Mayıs University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation,

**Ozlem ÇINAR OZDEMİR**

Assoc. Prof., PhD Izmir Demokrasi University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation,

### ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the relationship between spinal posture, depression and quality of life of the formal caregivers of children with disabilities and elderly individuals.

This study included 64 formal caregivers in disabled children and elderly care and rehabilitation centers in Bolu, Turkey. The socio-demographic characteristics of the individuals were recorded. Depression states of caregivers were evaluated with Beck Depression Inventory (BDI), Short Form-36 (SF-36) was used to asses quality of life. Spinal posture values of individuals were measured using Spinal Mouse® as 4 different parameters: thoracic curvature, lumbar curvature, 'hip' (sacral) angle, and trunk angle of inclination. The normal distribution of the data was examined with the Shapiro-Wilk test. Pearson correlation test was used to compare parametric data, and Spearman correlation test was used to compare non-parametric data.  $p < 0.05$  was considered statistically significant.

It was observed that there was a significant correlation between the depression scores of individuals and sub-parameters of quality of life such as physical function (PF), role limitation due to emotional problems (RE), social function (SF), bodily pain (BP) and general health perception (GH) ( $r = -.335$   $p = .007$ ;  $r = -.299$   $p = .016$ ;  $r = -.290$   $p = .020$ ;  $r = -.314$   $p = .012$ ;  $r = -.419$   $p = .001$ ). There was significant correlation between sacral angle measurement and depression score ( $r = .261$   $p = .037$ ); lumbar curvature and sacral angle measurement and physical function sub-parameter (PF) ( $r = .280$   $p = .025$ ;  $r = -.265$   $p = .034$ ). Likewise, it was seen that there was significant correlation between the sacral angle measurement and bodily pain (BP) sub-parameter ( $r = -.250$   $p = .046$ ).

In this study, it was observed that physical and pysicsocial problems and quality of life may be related in formal caregivers. Caregivers can be educated by taking care of their health from all aspects with physical and social support and solution suggestions, and these problems may be prevented.

**Keywords:** Disabled Children, Eldery, Caregiver, Spinal Postur, Depression, Quality of Life

### ÖZET:

Çalışmanın amacı, engelli çocuklara ve yaşlı bireylere formal bakım veren personelin spinal postürü, depresyon düzeyleri ve yaşam kalitesi arasındaki ilişkiyi incelemektir.

Bu çalışmaya Türkiye’de Bolu ilinde bulunan engelli çocuk ve yaşlı bakım ve rehabilitasyon merkezlerinde engelli çocuklara ve yaşlı bireylere bakım veren 64 bakım personeli dahil edildi. Bireylerin sosyo-demografik özellikleri kaydedildi. Bakım verenlerin depresyon durumları Beck Depresyon Envanteri ile değerlendirildi, yaşam kalitesini değerlendirmek için Short Form-36 kullanıldı. Bireylerin spinal postür değerleri Spinal Mouse® kullanılarak 4 farklı parametre olarak ölçüldü: torakal açı, lumbar açı, "kalça" (sakral) açı ve inklinasyon.

Verilerin normal dağılımı Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Parametrik verilerin karşılaştırılmasında Pearson korelasyon testi, parametrik olmayan verilerin karşılaştırılmasında Spearman korelasyon testi kullanıldı.  $p < 0.05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bireylerin depresyon puanları ile fiziksel işlevsellik, emosyonel sorunlara bağlı rol kısıtlılığı, sosyal işlevsellik ve ağrı gibi yaşam kalitesi alt parametreleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu görüldü ( $r = -.335$ ,  $p = .007$ ;  $r = -.299$ ,  $p = .016$ ;  $r = -.290$ ,  $p = .020$ ;  $r = -.314$ ,  $p = .012$ ;  $r = -.419$ ,  $p = .001$ ). Spinal postür ölçümlerinde sadece 'kalça' (sakral açı) ölçüm değerleri ile depresyon skoru arasında anlamlı bir korelasyon bulunurken ( $r = .261$ ,  $p = .037$ ); lomber açı ve sakral açı ile yaşam kalitesi alt parametrelerinden fiziksel işlevsellik arasında anlamlı bir ilişki olduğu saptandı ( $r = .280$ ,  $p = .025$ ;  $r = -.265$ ,  $p = .034$ ). Benzer şekilde, sakral açı değeri ile yaşam kalitesi alt parametrelerinden ağrı puanı arasında anlamlı bir ilişki olduğu görüldü ( $r = -.250$ ,  $p = .046$ ).

Bu çalışmada formal bakım verenlerde fiziksel, psikososyal sorunlar ve yaşam kalitesinin ilişkili olabileceği görüldü. Bakım veren sağlığı her yönden ele alınarak, fiziksel ve sosyal destek ve çözüm önerileriyle bakıcılar eğitilebilir, bu sorunların önüne geçilebilir.

**Anahtar sözcükler:** Engelli Çocuk, Yaşlı, Bakım Veren, Spinal Postür, Depresyon, Yaşam Kalitesi

## 1. INTRODUCTION:

Disability and senility make individuals dependent on others physically, psychologically and socially (Tseng et al., 2016; Corallo et al., 2017a). The needs of these individuals can be met by caregivers in public institutions such as disabled care and rehabilitation centers and nursing homes ( Mandıracıoğlu and Çam, 2004; Girgin and Balcı, 2015). There are many problems that negatively affect the quality of life of the disabled and the elderly, and these also affect the caregiver's health (Adak, 2003; Raina et al., 2005; Murphy et al., 2007a). Caregiving is a job that requires mental endurance as well as physical effort. Caregivers face many physical and psychosocial difficulties in professional terms. The working conditions of caregivers importantly affect the musculoskeletal system especially spinal health and psychosocial status, also quality of life associated with them ( Glozman, 2004; Czupryna et al., 2014).

## 2. AIM AND METHODS:

The aim of the study is to examine the relationship between spinal posture, depression and quality of life of the personnel who provide care for children with disabilities and elderly individuals.

This study included caregivers who work in elderly care and rehabilitation centers and disabled care centers affiliated to the Ministry of Family, Labor and Social Services in the province of Bolu, Turkey. This study was approved by Abant İzzet Baysal University Clinical Research Ethics Committee (Decision no. 2018/127). The purpose, objectives, duration and evaluation methods of the study were explained to the employees. "Informed Consent Form" prepared by Abant İzzet Baysal University Clinical Research Ethics Committee was signed and written approvals were obtained. 29 caregivers who care for children with disabilities and 35 caregivers who provide elderly care participated in this study voluntarily.

The socio-demographic characteristics of the individuals included in the study were recorded as age, gender, height, weight, education and marital status.

Depression status of caregivers were evaluated with Beck Depression Inventory (BDI), which includes 4-point likert type 21-questions. The lowest score that can be obtained from the scale is 0, the highest score is 63, and an increase in score indicates an increase in depressive symptoms. (Beck et al., 1988).

Short Form-36 (SF-36) was used to assess quality of life. Individuals are asked about the impact of their health on their lives during the previous 4 weeks. It consists of 8 dimensions and 36 items: physical functionality, role difficulties due to physical problems, pain, social functionality, role difficulties due

to emotional problems, general perception of health, energy / vitality and mental health (Ware and Sherbourne, 1992).

Spinal posture values of individuals were measured using Spinal Mouse. Spinal Mouse® (Idiag, Switzerland) is a device for evaluating the curvatures of the vertebral column from outside the body with the help of a computer program, without radiation application. It has been shown that it can be used safely in the evaluation of the sagittal and frontal plan and posture of the spine by Mannion et al. The measurement was recorded as 4 different parameters: thoracic curvature, lumbar curvature, 'hip' (sacral) angle, and trunk angle of inclination (angle subtended between the vertical and a line joining C7 to the sacrum) (Mannion et al., 2004).

The data were analyzed with SPSS 25.0 (IBM SPSS Statistics 25 software (Armonk, NY: IBM Corp.) package program. The normal distribution of the data was examined with the Shapiro-Wilk test. Pearson correlation test was used to compare parametric data, and Spearman correlation test was used to compare non-parametric data.  $p < 0.05$  was considered statistically significant.

### 3. RESULTS:

The average age of the individuals participated in this study was  $40,89 \pm 6,87$  (Table 1).

**Table 1. Physical characteristics of participants**

|            | N  | Mean   | Std. deviation |
|------------|----|--------|----------------|
| Age        | 64 | 40,89  | $\pm 6,87$     |
| Height(cm) | 64 | 163,46 | $\pm 7,44$     |
| Weight(kg) | 64 | 73,29  | $\pm 11,72$    |

N: Number

It was observed that there was a significant correlation between the depression scores of individuals and sub-parameters of quality of life such as physical function (PF), role limitation due to emotional problems (RE), social function (SF), bodily pain (BP) and general health perception (GH) ( $r = -.335$   $p = .007$ ;  $r = -.299$   $p = .016$ ;  $r = -.290$   $p = .020$ ;  $r = -.314$   $p = .012$ ;  $r = -.419$   $p = .001$ ) (Table 2).

**Table 2. Demographic characteristics of participants**

|                           | N  | %    |
|---------------------------|----|------|
| <b>Educational Status</b> |    |      |
| Primary school            | 21 | 32,8 |
| Secondary school          | 10 | 15,6 |
| Highschool                | 28 | 43,8 |
| University                | 5  | 7,8  |
| <b>Gender</b>             |    |      |
| Female                    | 46 | 71,9 |
| Male                      | 18 | 28,1 |
| <b>Marital Status</b>     |    |      |
| Married                   | 58 | 90,6 |
| Single                    | 3  | 4,7  |
| Others                    | 3  | 4,7  |

N: number

There was significant correlation between only 'hip' (sacral angle) measurement values of spinal posture and depression score ( $r = ,261$   $p = ,037$ ). It was found that there was a significant correlation between some spinal posture measurements (lumbar curvature and sacral angle) and physical function (PF) which is one of the quality of life sub parameters ( $r = ,280$   $p = ,025$ ;  $r = -,265$   $p = ,034$ ). Likewise, it was seen that there was significant correlation between the value of the sacral angle and score of bodily pain (BP) which is one of the quality of life sub parameters ( $r = -,250$ ;  $p = ,046$ ) (Table 3).

**Table 3. The correlation between depression, spinal postur and quality of life**

|                  | BDI score       | SF-36 PF        | SF-36 RP       | SF-36 RE       | SF-36 EV       | SF-36 MH       | SF-36 SP       | SF-36 P        | SF-36 GH        |
|------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| <b>BDI score</b> | 1,000<br>.      | -,335**<br>,007 | -,178<br>,160  | -,299*<br>,016 | -,219<br>,082  | -,226<br>,073  | -,290*<br>,020 | -,314*<br>,012 | -,419**<br>,001 |
| <b>SF-36 PF</b>  | -,335**<br>,007 | 1,000<br>.      | ,506**<br>,000 | ,393**<br>,001 | ,494**<br>,000 | ,507**<br>,000 | ,618**<br>,000 | ,419**<br>,001 | ,504**<br>,000  |
| <b>SF-36 RP</b>  | -,178<br>,160   | ,506**<br>,000  | 1,000<br>.     | ,642**<br>,000 | ,438**<br>,000 | ,489**<br>,000 | ,622**<br>,000 | ,451**<br>,000 | ,473**<br>,000  |
| <b>SF-36 RE</b>  | -,299*<br>,016  | ,393**<br>,001  | ,642**<br>,000 | 1,000<br>.     | ,375**<br>,002 | ,414**<br>,001 | ,487**<br>,000 | ,338**<br>,006 | ,426**<br>,000  |
| <b>SF-36 EV</b>  | -,219<br>,082   | ,494**<br>,000  | ,438**<br>,000 | ,375**<br>,002 | 1,000<br>.     | ,692**<br>,000 | ,472**<br>,000 | ,499**<br>,000 | ,623**<br>,000  |
| <b>SF-36 MH</b>  | -,226<br>,073   | ,507**<br>,000  | ,489**<br>,000 | ,414**<br>,001 | ,692**<br>,000 | 1,000<br>.     | ,558**<br>,000 | ,474**<br>,000 | ,595**<br>,000  |
| <b>SF-36 SP</b>  | -,290*<br>,020  | ,618**<br>,000  | ,622**<br>,000 | ,487**<br>,000 | ,472**<br>,000 | ,558**<br>,000 | 1,000<br>.     | ,558**<br>,000 | ,553**<br>,000  |
| <b>SF-36 P</b>   | -,314*<br>,012  | ,419**<br>,001  | ,451**<br>,000 | ,338**<br>,006 | ,499<br>,000   | ,474**<br>,000 | ,558**<br>,000 | 1,000<br>.     | ,563**<br>,000  |
| <b>SF-36 GH</b>  | -,419**<br>,001 | ,504**<br>,000  | ,473**<br>,000 | ,426**<br>,000 | ,623<br>,000   | ,595**<br>,000 | ,553**<br>,000 | ,563**<br>,000 | 1,000<br>.      |
| <b>SM- TC</b>    | ,005<br>,972    | -,038<br>,766   | ,020<br>,877   | -,015<br>,909  | ,104<br>,416   | ,114<br>,371   | ,031<br>,809   | -,071<br>,578  | -,122<br>,336   |
| <b>SM- LC</b>    | -,170<br>,180   | ,280*<br>,025   | ,154<br>,225   | ,154<br>,226   | ,153<br>,227   | ,111<br>,381   | ,179<br>,157   | ,229<br>,069   | ,135<br>,289    |
| <b>SM- TI</b>    | ,115<br>,365    | ,002<br>,985    | ,111<br>,384   | ,075<br>,556   | ,027<br>,831   | ,114<br>,369   | ,056<br>,659   | -,051<br>,689  | -,137<br>,280   |
| <b>SM- SA</b>    | ,261*<br>,037   | -,265*<br>,034  | -,101<br>,426  | -,130<br>,306  | -,200<br>,113  | -,081<br>,526  | -,156<br>,218  | -,250*<br>,046 | -,189<br>,134   |

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).\*\*, Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).\*



BDI: Beck Depression Inventory, PF : Physical functioning, SF: Social functioning, RP: Role limitation due to physical problems, RE: Role limitation due to emotional problems, MH: Mental health, EV: energy and vitality, BP: Bodily pain, GH: General perception of health SM: Spinal Mouse, TC: thoracic curvature, LC: Lumbar curvature, SA: 'hip' (sacral) angle, TI: trunk angle of inclination

#### 4. DISCUSSION:

In this study, it was observed that the spinal posture, depression and quality of life of the personnel who care for disabled children and elderly individuals are related. There was correlation between depression scores and caregivers' physical and social functions, emotional role limitation, pain-related quality of life, and general health perception. According to this study, increasing depressive symptoms negatively affects quality of life both physically and psychosocially, and at the same time decreases the quality of life of individuals. In addition, it has been shown that with increasing depression, daily life limitations increase, general health perception and pain-related quality of life decrease due to physical and emotional problems of individuals.

The fact that the spinal region is within the standard limits is related to the structural, muscular, bone and articular healthy condition. Four physiological curvatures of the spinal column in the sagittal plane increase the ability of the spinal region to absorb shocks and also minimize the risk of injury. If the spinal region structure is out of its ideal limits, it may cause postural disorders (Neumann, 2010). It has been reported that occupational habits are one of the important factors affecting spinal posture and causing spinal pain (Kendall et al., 2005). The care staff included in this study may become more sensitive to musculoskeletal injuries and postural disorders in terms of their work. Pain and postural disorders in family caregivers are mentioned in the literature, but there is no other study in which formal care providers evaluated spinal posture objectively (Pinquart and Sørensen, 2007; Kaya et al., 2010; Sharan et al., 2012; Czupryna et al., 2014). Since it is the first study in which spinal posture is evaluated in caregivers, it makes an important contribution to the literature.

In previous studies, risk factors that decrease the quality of life of individuals in professional life are examined separately in physical, personal, cultural and social areas (Glozman 2004; Ones et al., 2005; Zablotsky and Anderson, 2013; Corallo et al., 2017a). In this study, the relationship between postural adaptations, which may occur from workplace conditions, with the physical and mental health of caregivers was investigated.

In previous studies on caregiver health, it has been reported that the relationship between the caregiver's environment and the institution they work with negatively affects the quality of life associated with the physical and mental health of the caregiver ( Glozman 2004; Corallo et al. 2017b). The main problems faced by caregivers in previous studies are; musculoskeletal system pain, chronic fatigue, headache, sleep disorders, as well as psychological symptoms such as stress, depression, anxiety, fatigue, burnout ( Raina et al., 2005; Takahashi et al., 2006; Murphy et al, 2007b; Kaya et al., 2010). In the literature, it was emphasized that having more information about the health needs of caregivers, improving their vision and eliminating their problems can also increase the quality of life of individuals in need of care.

#### 5. CONCLUSIONS:

In conclusion, spinal posture, depression and quality of life of staff who care for aged people and disabled children can also importantly affect the quality of care services. Therefore, maintaining and improving caregiver health can have important implications not only for individual but also for social health policy. In addition, physical support and raising awareness of caregivers about use of assistive devices can prevent physical problems such as postural changes. Thus, increase in the quality of life related to physical problems may increase both work efficiency and quality of care.

#### REFERENCES:

1. Adak, N. (2003), "Yaşlıların Gayri Resmi Bakıcıları Kadınlar.", Aile ve Toplum, Ekim-Aralık:81–87.
2. Beck, Aaron T., Robert A. Steer, and Margery G. Carbin. (1988) "Psychometric Properties of

- the Beck Depression Inventory: Twenty-Five Years of Evaluation.” *Clinical Psychology Review*.
3. Corallo, F. De Cola, MC. Lo Buono, V. Di Lorenzo, G. Bramanti, P. and Marino S. (2017a), “Observational Study of Quality of Life of Parkinson’s Patients and Their Caregivers.” *Psychogeriatrics*.
  4. Corallo, F. De Cola, MC. Lo Buono, V. Di Lorenzo, G. Bramanti, P. and Marino S. (2017b), “Observational Study of Quality of Life of Parkinson’s Patients and Their Caregivers.” *Psychogeriatrics*.
  5. Czupryna, K. Nowotny-Czupryna, O. and Nowotny J. (2014), “Back Pain in Mothers of Cerebral Palsied Children.” *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 16(5):497–505.
  6. Girgin, BA. and Balcı, S. (2015), “Fiziksel Engelli Çocuk ve Ailesinin Evde Bakım Gereksinimi.” *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi / Gümüşhane University Journal of Health Sciences*.
  7. Glozman, JM. (2004), “Quality of Life of Caregivers.” *Neuropsychology Review* 183–196.
  8. Kaya, K. Unsal-Delialioglu, S. Ordu-Gokkaya, K. Ozisler, Z. Ergun, N. Ozel, S. and Ucan, H. (2010), “Musculo-Skeletal Pain, Quality of Life and Depression in Mothers of Children with Cerebral Palsy.” *Disability and Rehabilitation* 32(20):1666–72.
  9. Kendall, FP. McCreary, EK. Provance, PG. Rodgers, MM. and Romani, WA. (2005), *Muscles: Testing and Function with Posture and Pain*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
  10. Mandracıoğlu, A. Çam, O. (2004), “Huzurevi Çalışanlarının Sorunları ve Yaşlılar Hakkında Görüşleri.” *Türk Geriatri Dergisi* 7(1):29–32.
  11. Mannion, AF. Knecht, K. Balaban, G. Dvorak, J. & Grob, D. (2004), “A New Skin-Surface Device for Measuring the Curvature and Global and Segmental Ranges of Motion of the Spine: Reliability of Measurements and Comparison with Data Reviewed from the Literature.” *European Spine Journal* 13(2):122–36.
  12. Tseng, M. Chen, K. Shieh, J. Lu, L. Huang, C. Rune, J. Simeonsson. (2016), “Child Characteristics, Caregiver Characteristics, and Environmental Factors Affecting the Quality of Life of Caregivers of Children with Cerebral Palsy.” *Disability and Rehabilitation* 38(24):2374–82.
  13. Murphy, Nancy A., B. Christian, D. A. Caplin, and Young, PC. (2007b), “The Health of Caregivers for Children with Disabilities: Caregiver Perspectives.” *Child: Care, Health and Development* 33(2):180–87.
  14. Neumann, DA. (2010), *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation*. edited by Falk Kathy, Kuster Deutsch Melissa. Mosby.
  15. Ones, K. Yilmaz, E. Cetinkaya, B. (2005), “Assessment of the Quality of Life of Mothers of Children with Cerebral Palsy (Primary Caregivers).” *Neurorehabil Neural Rep.* 19:232–237.
  16. Pinguart, M. and Sörensen, S. (2007), “Correlates of Physical Health of Informal Caregivers: A Meta-Analysis.” *Journals of Gerontology - Series B Psychological Sciences and Social Sciences* 32(62):126–37.
  17. Raina, P. O’Donnell, M. Rosenbaum, P. Brehaut, J. Walter, SD. Russell, D. Swinton, M. Zhu, B. & Wood, E. (2005), “The Health and Well-Being of Caregivers of Children with Cerebral Palsy.” *Pediatrics* 115:e626–36.
  18. Sharan. Deepak. Ajeesh, PS, Rameshkumar, R. and Manjula, M. 2012. “Musculoskeletal Disorders in Caregivers of Children with Cerebral Palsy Following a Multilevel Surgery.” *Work* 41:1891–1895.
  19. Takahashi, M. Tanaka, K. Miyaoka, H. 2006. “Depression and Associated Factors of Informal Caregivers versus Professional Caregivers of Demented Patients.” *Psychiatry Clin Neurosci* 59:473–80.
  20. Ware, Jr JE. Sherbourne, CD. (1992), “The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): I. Conceptual Framework and Item Selection.” *Medical Care* 473–83.
  21. Zablotsky, B. Anderson, C. Law, P. (2013), “The Association Between Child Autism Symptomatology, Maternal Quality Of Life, And Risk For Depression.” *J Autism Dev Disord* 43:1946–55.

## ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Юрьева Юлия АЛЕКСАНДРОВНА**

воспитатель-методист г. Харьков, Украина

**Аннотация.** В статье рассматриваются новые требования к современному образованию, совершенствованию образовательных наук, начиная от дошкольного образования, продолжая средней школой, заканчивая Высшим образованием. Сегодня, рассматривая новые мировые проблемы, остро встал вопрос о дистанционном образовании. На сегодняшний день, в силу пандемии, когда все общеобразовательные заведения работают дистанционно, информационные системы должны работать в полную силу. Современные условия кардинально меняют требования к специалистам и подготовке кадров. Именно сейчас необходимо понять незаменимость и развитие дистанционного образования, его продвижение и внедрение. Дистанционное образование дает возможность получить знания всем желающим, независимо от их места проживания. Основная задача- развить доступ к Интернет-сети.

**Ключевые слова.** Дистанционное образование, подготовка кадров, развитие современных информационных технологий.

**Abstract.** The article considers new requirements for modern education, improvement of educational sciences, starting from preschool education, continuing with secondary school and ending with Higher Education. Today, considering new world problems, the issue of distance education has risen sharply. Today, due to the pandemic, when all educational institutions operate remotely, information systems should work at full capacity. Modern conditions radically change the requirements for specialists and training. It is now necessary to understand the need and development of distance education, its promotion and implementation. Distance education makes it possible to get knowledge for everyone, regardless of their place of residence. The main task is to develop access to the Internet network.

**Keywords.** Distance education, training of personnel, development of modern information technologies.

Дистанционное образование - новый образовательный опыт, который появился в Украине совсем недавно, но уже успел получить свое место в педагогической среде. В основе социально-экономического развития информационного общества лежит не материальное производство, а производство информации и знаний. Актуальность проблемы развития дистанционного образования вызвана тем, что в современных условиях кардинально меняются требования к специалистам. При этом на центральное место становится не использование ранее полученных знаний, а генерация и внедрение новых идей, которые и диктует новые требования к подготовке кадров.

**Актуальность.** Важное значение данной проблемы обусловлено тем, что с развитием современных информационных технологий открываются новые перспективы для повышения эффективности образовательного процесса. Большая роль предоставляется методам активного познания, самообразования, дистанционным образовательным программам.

**Цель статьи-** проанализировать особенности дистанционного обучения в системе образования.

**Изложение основного материала.** Сегодняшний день можно назвать эрой информатики и телекоммуникаций. Это эра общения, трансфера информации и знаний. Учеба и работа, сегодня

эти два слова стали синонимами: профессиональные знания стареют очень быстро, поэтому необходимо их постоянное усовершенствование. Мировая телекоммуникационная инфраструктура дает сегодня возможность массового безотрывного самообразования, общего обмена информацией, независимо от временных и пространственных поясов. Дистанционное обучение вошло в XXI столетие как наиболее эффективная система подготовки и безотрывной поддержки высокого квалификационного уровня специалистов.

По данным зарубежных экспертов до 2000 года минимальным уровнем образования, необходимым для выживания человечества, стало высшее образование. Обучение такой массы студентов на очной (дневной) форме вряд ли выдержат бюджеты даже самых благополучных стран. Поэтому не случайно за последние десятилетия численность людей, которые учатся по нетрадиционным технологиям растёт быстрее чем число студентов дневных отделений. Долгосрочная цель развития дистанционного образования в мире, это дать возможность каждому студенту, который живет в любом месте, пройти курс обучения любого колледжа или университета. Это допускает переход от концепции физического перемещения студентов из страны в страну до концепции мобильных идей, знаний и обучения с целью распределения знаний с помощью обмена образовательными ресурсами.

В XXI столетии доступность компьютеров и Интернета делают распространение дистанционного обучения еще проще и быстрее. Интернет стал огромным прорывом, значительно большим, чем радио и телевидение. Появилась возможность общения и получения обратной связи от любого студента, где бы он не находился.

Развитие высоких технологий во всех больших масштабах повышает спрос на интеллектуальность в образовании широких масс населения любой страны. Это кардинально меняет состояние системы образования в обществе, ее институциональный статус. Образование становится не только инструментом взаимопроникновения знаний и технологий в глобальном масштабе, а и капиталом, средством борьбы за рынок, решение геополитических задач.

При дистанционном обучении могут использоваться разные методы получения учебной информации. Уже поменялось несколько поколений использованных технологий – от традиционных печатных изданий до новейших компьютерных технологий (радио, телевидение, аудио/видеотрансляций, аудио/видеоконференций, E- Learning/online Learning, Интернет- конференции, интернет-трансляции).

Много больших компаний создают у себя в структуре центры дистанционного обучения, чтобы стандартизировать, сделать дешевле и улучшить качество подготовки своего персонала. Практически, ни одна современная компания уже не может прожить без этого. Или, например, компания Microsoft создала большой учебный портал для обучения своих сотрудников, пользователей или покупателей своих продуктов, разработчиков программного обеспечения.

Внедрение современных информационных технологий в повседневной жизни украинских граждан стало катализатором для развития процессов связанных с дистанционным обучением. Интернет, как источник информации, давно уже стал реальностью, а развитие телекоммуникаций, без которых эта форма обучения немислима, идет быстрыми темпами. В целом, дистанционное образование в Украине не соответствует требованиям, которые выдвигают к информационному обществу и не обеспечивает полноценного вхождения Украины в международный образовательный простор. Чтобы система дистанционного обучения заняла достойное место в системе образования Украины, необходимо, прежде всего, создать глобальную компьютерную сеть образования и науки, поскольку именно компьютер дает возможность получать учебный материал, является одновременно и библиотекой, и центром справочной информации, и коммуникативным центром, что делает его одним из участников реализации программы безотрывного образования в Украине [5].

Существует несколько организационно-методических моделей дистанционного обучения.

– Обучение по типу экстернату. Это обучение, ориентировано на экзаменационные требования высших учебных заведений, оно предназначалось для студентов, которые по каким-то причинам не могли посещать стационарные учебные заведения.

- Учеба на базе одного университета. Это уже целая система обучения для студентов, которые учатся не стационарно (on-campus), а на расстоянии, заочно или дистанционно, то есть на основе новых информационных технологий, включая компьютерные телекоммуникации (off-campus). Такие программы для получения разных дипломов разработаны во многих ведущих университетах мира.
- Сотрудничество нескольких учебных заведений. Такое сотрудничество в подготовке программ заочного дистанционного обучения позволяет сделать их более профессионально качественными и менее дорогими.
- Автономные образовательные учреждения, специально созданы для целей дистанционного образования. Самым большим подобным учреждением является Открытый университет (The Open University) в Лондоне, на базе которого в последние годы проходят обучение дистанционно огромное количество студентов не только из Великобритании, но и из многих стран мира.
- Автономные учебные системы. Обучение в рамках подобных систем ведется полностью с помощью телевидения или радиопрограмм, а также дополнительно печатных пособий.
- Неформальное, интегрированное дистанционное обучение на основе мультимедийных программ. Такие программы ориентированы на обучение взрослой аудитории, тех людей, которые по каким-то причинам не смогли закончить школу и получить среднее образование. Такие проекты могут быть частью официальной учебной программы, интегрированными в эту программу, или специально ориентированы на определенную учебную цель, или специально нацелены на профилактические программы здоровья, как, например, программы для развивающихся стран.

#### Организационно-технологические модели дистанционного образования.

- Единичное медиа – использование какого-нибудь одного способа обучения и канала передачи информации. Например, обучения через переписку, учебные радио- или телепередачи. В этой модели доминирующим способом обучения есть, как правило, печатный материал. Практически отсутствует двухсторонняя коммуникация, что приближает эту модель дистанционного обучения к традиционному заочному обучению.
- Мультимедиа – использование разных способов обучения: учебная помощь на печатной основе, компьютерные программы учебного назначения на разных носителях, аудио- и видеозаписи. Однако, доминирует при этом передача информации в "одну сторону". При необходимости используются элементы очного обучения – личные встречи студентов и преподавателей, проведение итоговых учебных семинаров или консультаций, очный приём экзаменов.
- Гипермедиа – модель дистанционного обучения третьего поколения, что предусматривает использование новых информационных технологий при доминирующей роли компьютерных телекоммуникаций. Самой простой формой при этом является использование электронной почты и телеконференций, а также аудио обучение (соединение телефона и телефакса). При дальнейшем развитии эта модель дистанционного обучения включает использование комплекса таких способов как видео, телефакс и телефон (для проведения видеоконференций) и аудио графику при одновременном широком использовании видеодисков, разных гиперспособов, систем знаний и искусственного интеллекта.
- Виртуальные университеты.
- Созданы университетами учебные сервера – это расширение стен самого университета. В его виртуальных аудиториях точно так же, как и в основных, можно будет со временем и лекцию послушать, и лабораторную на виртуальном стенде выполнить, и найти способы для проектирования, выполнение расчетов, моделирование спроектированного устройства. Но, возможно, что все перечисленное выше станет прерогативой специализированных виртуальных университетов - электронных открытых университетов без стен.

Современное дистанционное образование строится на использовании следующих основных элементов:

– среда передачи информации (почта, телевидение, радио, информационные коммуникационные сети);

– методов, зависящих от технической среды обмена информацией.

Значительное отставание Украины от стран зарубежья по вопросу дистанционного образования, связано объективными и субъективными причинами, удерживает развитие отечественного образования, замедляет темпы ее вхождения в мировой образовательный простор как равноправного партнера.

Современное образование требует безостановочно расширять свое восприятие комплексности мира и формировать информационное общество. Для того, чтобы знания получили конкретную связь с действиями, необходимо постоянно «учить себя», пополняя и расширяя свое образование. Именно эту цель и ставит перед собою дистанционное образование [7].

Итак, дальше переходим к основной теме данной работы. В ходе проведенного исследования хочется выделить следующие диспозиции дистанционного обучения:

#### **Преимущества:**

- Возможность учеников усваивать максимальное количество необходимых знаний, которые не могут быть включены в обычные классно-урочные формы и формы подготовительных курсов.
- Возможность к обучению osób в отдаленных труднодоступных регионах с помощью специализированных рефератов.
- Возможность централизации учебного процесса в разных регионах.
- Смешивание границ между очной и заочной формами обучения.
- Возможность психологической адаптации при подготовке к экзаменам.
- Получение подготовки в комфортных условиях.

#### **Недостатки:**

- Недостаточный контроль над усвоением полученных знаний.
- «Теоретизация» обучения, сведение учебного процесса к механистичным приёмам и методам.
- Отсутствует формирование полного представления про содержание учебного предмета.
- Неоправданная оплата услуг в данной отрасли образования.
- Возможность хакерского вторжения в электронную базу данных.
- Разнотипность тарифов согласно заданной региональной специфике.

**Выводы.** Дистанционное образование- основано на современных информационных и коммуникационных технологиях обучения и повышения квалификации. Дистанционные технологии обучения можна рассматривать как природный этап эволюции традиционной ситсемы образования. Еффеkтивность дистанционного обучения основано на том, что те, кого обучают, сами чувствуют необходимость дальнейшего обучения, а не поддаются давлению с боку. Дистанционное образование стало настоящей новацией XXI века. Дистанционное образование развивается колосальными темпами, этому способствует и развитие сети Интернет, и рост информационных и коммуникационных возможностей. Однако, дистанционные технологии, внедренные в учебный процесс, требуют бллее внимательной отработки методик усвоения знаний, анализа приоритетов факторов, которые влияют на еффеkтивность работы в дистанционной среде. Система дистанционного образования может и должна занять свое место в системе образования, поскольку при грамотной ее организации она может обеспечить качественное образование, що отвечает требованиям современного сообщества сеогондя.

## Литература

1. Закон України «Про Національну програму інформатизації» від 4.02.1998 р.
2. Гуржій А.М. Інформаційні технології в освіті / Проблеми освіти: наук. метод. зб. – К.: ІЗМН, 1998. – Вип. II. – С. 5-11.
3. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні. – К.: КПІ, 2000. – 12 с.
4. Триндаде А.Р. Информационные и коммуникационные технологии и развитие человеческих ресурсов // Дистанционное образование. – 2000. – № 2. – С. 5-9.
5. <http://edu.minfin.gov.ua/LearningProcess/RemoteEducation/Pages/Проблеми-впровадження-дистанційної-освіти-в-Україні.aspx>
6. <http://www.forest.lviv.ua/statti/distance.html>
7. <http://www.osvita.org.ua/distance/>

## EVALUATION OF THE EFFECT OF A431 EPIDERMIS SKIN CANCER CELL STIFFNESS USING ATOMIC FORCE MICROSCOPY

**M. ZAKERI**

Department of Mechanical Engineering, University of Tabriz,

**J. FARAJI**

Department of Mechanical Engineering, University of Tabriz,

**E. BARADARI**

Department of Mechanical Engineering, University of Tabriz,

### Abstract

Cancer is one of the most complex diseases of the present century and its study has faced many challenges. On the other hand, measuring cell stiffness due to changes in the cytoskeletal structure of cancer cells can be used to early diagnosis. The one way to study the mechanical properties of the cell surface is to use atomic force microscopy (AFM). Various studies have examined cancer from the perspective of biomechanical component analysis, which has either experimentally measured Young's modulus for a cancerous cell or used the closest reality model to extract Young's modulus. In this paper, experimental studies are used to get the behavior of the force-indentation curve. For this purpose, A431 cancer cells (epidermis skin cancer) were used. Then we tried to make appropriate quantitative models on the data and specifically calculate Young's modulus. Two models, Hertz and Johnson-Kendall-Roberts (JKR), were used to get Young's modulus. Examining the results obtained from the two models, it is clear that Young's modulus obtained from the JKR model is much lower than the Hertz model due to the use of adhesion forces in the JKR model. These results can be well used in the early detection of cancer.

**Keywords:** Cancer Cell Stiffness; Atomic Force Microscopy; Hertz Contact Model; JKR.

### 1. Introduction

Cancer is considered one of the most complex diseases of the present century and has faced many challenges [1]. Measurement of cell stiffness due to changes in the cytoskeletal structure of cancer cells defines important information about the metastatic potential of cells that can be used in the early detection of cancers. One of the methods of study the mechanical properties of the cell surface is using AFM, which can be used to measure the hardness of cell membranes by cell dentition. Cell deformability can be described with AFM by identifying the forces of interaction and providing quantitative parameters about the changes in cancer disease. Also, the modulus of elasticity is calculated by measuring the depth of the indentation, which can be used to diagnose cancer cells [2-4]. Measuring the elasticity of cells can be very useful in early cancer diagnosis. Lekka et al. reported a decrease in the modulus of elasticity in cancer cells by comparing the modulus of elasticity between cancer cells and normal cells. Different physical reactions of cells can be investigated with Young's modulus, and the hardness of tumor tissue with normal tissue can be compared [6]. Faria et al. compared three different types of metastatic prostate cancer cells using AFM based on Young's modules obtain from the Hertz model, which showed a reduction in stiffness in cancer cells [7]. Remmerbach et al. based on their experimental study showed that changes in the cytoskeleton could be a method to diagnose malignant cancer cells. They have shown cancer cells have different mechanical behavior with higher mean deformability and higher variance than healthy cells [8]. One of the primary changes in cancer cells is their structural and mechanical changes that cause the cancer cells to move from their primary location as a tumor. Changes in cell stiffness, in the different stages of the cell cancer cycle, also depend on the source tissue, which increases the duplication of cancer cells according to the cell stiffness [9, 10].



Mescola et al. used single-cell spectroscopy to measure the cytoskeletal softness of SKNBE2 cells with AFM and SCFS sensitivity and examined the changes. They introduced a new method for determining cancer cells in-vitro [11]. They also showed that normal tissues had uniform stiffness with distinct peaks. On the other hand, malignant tissues are widely distributed due to tissue heterogeneity [12]. Some studies have also tried to adapt the experimental results to existing models. In these studies, well-known models have been considered to introduce the closest model to reality. Ladjal et al. examined the cell indentation in real-time with FEM, which is able to simulate cell deformation through real-time simulation, and compared the results with the Hertz model. In this paper, a new method for physical modeling based on soft biological tissue through simulation of tactile interactions is attempted [13]. Korayem and Khaksar developed and simulated complete elastic-plastic contact theories to determine the contact area. They studied three different types of cancer cells and two types of normal cells. They compared the results with the simulated ones which obtained from Breck and Chang contact mechanics models and showed that the proposed models follow the recorded behaviors [14]. Therefore, molecular level changes can be examined from a biomechanical viewpoint to better understand the beginning and progression of the disease. The amount of Young's modulus can be obtained using the contact model. In this paper, we will try to use more robust models to estimate Young's modulus, which can eventually be used to diagnose cancer in its early stages with greater accuracy.

## 2. Materials and methods

This study aimed to investigate the differences between the mechanical behaviors of normal and cancer cells using experimental data and quantitative models. Then, quantitative models of contact mechanics at the nano-scale were briefly introduced. In this paper, Hertz and JKR models were introduced and described separately.

### 2.1. Contact mechanic models

One of the uses in contact mechanics is the mechanical properties determining of nano-particles during manipulation by AFM. This will affect the mechanical properties of the nano-particles and their movement. The beginning of flat surface mechanics problems, beginning with Hertz theory, examines the contact of two elastic-particle without friction. The basic model in contact mechanics that considers adhesion, is the JKR model, which describes the adhesion between soft and rigid spheres. In the following, Hertz and JKR models were introduced.

### 2.2. Hertz contact model

The first studies in the field of contact mechanics were done by Hertz. The Hertz contact model expresses only the contact of a sphere and a smooth surface in an elastic state without considering surface forces and adhesions. In the Hertz model, the contact radius  $a_H$  is the relationship between the applied force and the depth of the indentation in the tip-cancer cell and the cancer cell substrate. This model is used for the indentation of spherical shapes:

$$a_H^3 = \frac{R}{K} F^H \quad (1)$$

$$\delta = \frac{a_H^2}{R} \quad (2)$$

where  $\delta_H$  is the depth of the indentation,  $F^H$  is the force exerted between the cell and the tip of the AFM probe,  $R = (R_{cell}R_p)/(R_{cell} + R_p)$  is the equivalent radius,  $K$  is the effective modulus of elasticity, which is defined as follows. Also,  $R_p$  is the radius of the AFM probe tip and  $R_{cell}$  is the radius of the cancer cell. In this model, the cell is defined as the soft hemisphere. The following equation is used to derive Young's modulus cell:

$$\frac{1}{K} = \frac{1 - \nu_{cell}^2}{E_{cell}} + \frac{1 - \nu_p^2}{E_p} \quad (3)$$

Where  $E_{cell}$  and  $E_p$  are Young's modulus of cancer cell and AFM probe tip,  $\nu_{cell}$  and  $\nu_p$  are the Poisson cell ratio and AFM probe tip.

### 2.3. Contact Model

The JKR theoretical model considers a short-range surface force acting within the contact area. The tip-particle geometry does not remain the same as the Hertz model. The JKR theory provides an accurate model of the adhesion force for deformable soft materials that can be applied to living cells. The force and indentation equations for this model are as follows:

$$F^{JKR} = F + 3\pi\omega R + \sqrt{6\pi\omega RF + (3\pi\omega R)^2} \quad (4)$$

$$\delta_{JKR} = \frac{a_{JKR}^2}{R} - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{6\pi\omega a_{JKR}}{K}} \quad (5)$$

The radius of contact  $a_{JKR}$  is obtained as follows:

$$a_{JKR}^3 = \frac{R}{K} F^{JKR} \quad (6)$$

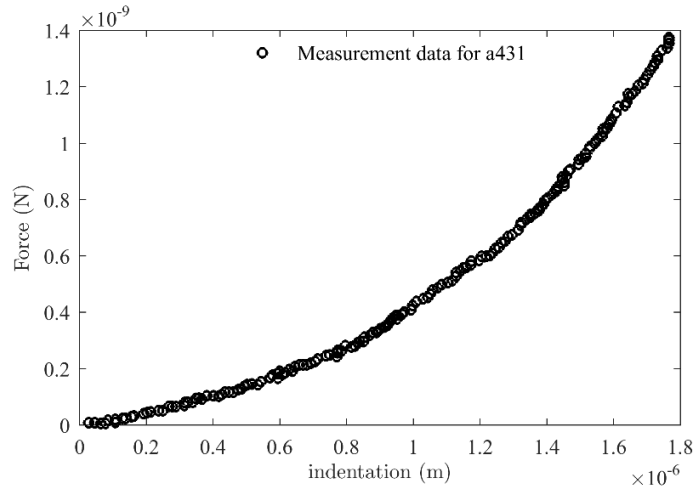
where  $\omega$  is the adhesion energy between the two surfaces. The cytoskeleton is assumed to be an elastic three-dimensional structure that has sufficient deformability for the JKR model. When the cytoskeleton ruptures, JKR theory is no longer applicable. In high adhesion and deformation, when the adhesion surfaces are exposed to a contract separating force, the non-zero limited contact point is at the separation point. In this case, the JKR model is the relationship between the tensile force  $F$  and the adhesion energy obtained through the radius of curvature of the material.

### 3. Results

In order to obtain Young's modulus, which indicates a slight change in cell ductility, the two contact models were used. In this paper, A431 cancer cells (epidermoid skin cancer) were used. The A431 cancer cells were isolated by the BF method and related tests were performed using AFM. To estimate the elasticity of the studied cells using Young's modulus parameter, we used the force-indentation curves obtained using contact models for spherical points with respect to the appropriate tip radius. Figure 1 shows the force-depression curve for A431 cancer cells [24]. The required parameter values for simulation are given in Table 1 [24].

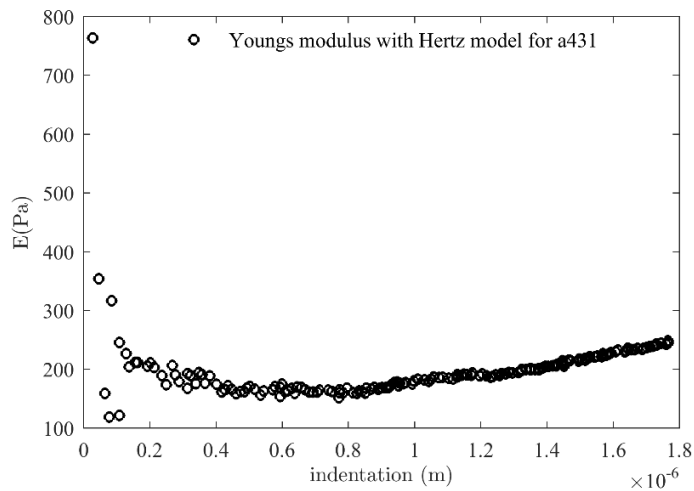
**Table1:** parameters in a simulation

|          | $E_p$ (GPa) | $R_p$ (nm) | $R_{cell}$ (m)        | $\nu_{cell}$ | $\nu_p$ | $\omega$ |
|----------|-------------|------------|-----------------------|--------------|---------|----------|
| A431[15] | 169         | 25         | $1.76 \times 10^{-6}$ | 0.5          | 0.27    | 0.0002   |



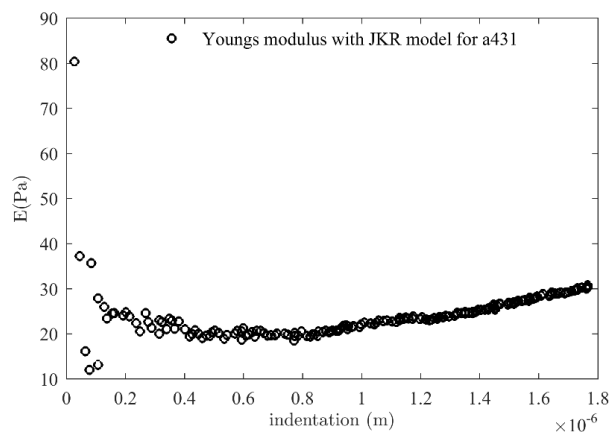
**Figure 1:** Force-Indentation for A431 cancer cells [24]

According to Figure 1, the depth of the indentation also increases with increasing force. The force-indentation curves obtained for these cells were analyzed using Hertz and JKR contact models. Considering Figure 2, the change values of Young's modulus in terms of indentation can be shown for the Hertz model. The force required to normal cells is much greater than that of cancer cells. This phenomenon shows that normal cells have more stiffness than cancer cells.



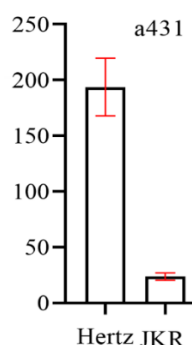
**Figure 2:** Extracted Young's modulus for A431 cancer cells from Hertz model

According to the shape of the increase in indentation, it is clear that the value of Young's modulus tends to be constant for cells. It should be noted that at the beginning of the graph, due to the small amount of indentation, the data values are scattered and inaccurate. It should be noted that in the Hertz model, surface and adhesion forces during contact are not considered.



**Figure 3:** Extracted Young's modulus for A431 Censer cells from JKR Model.

According to this simulation, like the Hertz model, an indentation of less than 0.3 is incorrect data, which approaches a single value with increasing force and data indentation. According to this study, it is acceptable for more than 0.3 nm; Because the relationships related to contact mechanics in the range of less than 0.3 do not apply in the field of continuum mechanics and this range is investigated in the field of molecular dynamics. This conclusion is clear in other JKR contact models for A431 cells. A comparison of the estimated Young's modulus between Hertz and JKR models, from these two models is estimated and shown in Figure 4. In this comparison, the average Young's modulus greater than 0.3 nm obtained from these two models is shown.



**Figure 4:** Comparison of the estimated Young's modulus between Hertz and JKR models

Analyzes show that for A431 cells, the mean Young's modulus is estimated to be  $0.17 \pm 48 \text{ kPa}$ . This increase in the estimated modulus of elasticity (hardness) is due to the process of chemical stabilization, which results in the cross-linking of cytoskeletal proteins on the inside of the cell and on the cell membrane.

#### 4. Discussion and Conclusion

In any human society that is randomly examined, the probability of finding a cancerous person is not low. Changes in cell behavior can lead to benign and malignant conditions of the disease. In malignancy, cancer cells grow and form tumors. The fact that the occurrence of cancer in different organs of the body can cause different symptoms and different symptoms may be considered for different cancers. Various studies have attempted to compare the mechanical properties of cancer cells with normal cells. A group of these studies has been performed experimentally on the structure of cancer cells by various methods such as the use of AFM, the study of cell membrane elasticity, the use of optical and magnetic forceps and other similar methods [16]. Another group of studies has attempted to provide quantitative models for the mechanical behavior of cell structures in both normal and cancerous cells. The use of quantitative models can well provide concepts such as Young's modulus. In this paper, we tried to consider the force-indentation curve behavior that obtained from experimental studies. For this purpose, A431 cancer cell data (epidermoid skin cancer) were extracted from various articles [15]. Then, appropriate quantitative

models were tried to be implemented on the data and Young's modulus index was specifically calculated. The Hertz and JKR models were used to obtain Young's modulus. The results of Hertz, and JKR models are shown in the results section. It is clear that with increasing indentation, the value of Young's modulus reaches a constant value. Obviously, at the beginning of the curve, due to the small amount of indentation, the obtained data are scattered and unreliable. Therefore, the results obtained for Young's modulus for indentation values less than 0.3 nm are incorrect. Given the importance of adhesion forces, it seems that the JKR model is much more accurate and calculates Young's modulus values more realistically.

## 5. References

1. Tirino, V., et al., *Cancer stem cells in solid tumors: an overview and new approaches for their isolation and characterization*. The FASEB Journal, 2013. **27**(1): p. 13-24.
2. Pillet, F., et al., *Atomic force microscopy and pharmacology: from microbiology to cancerology*. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects, 2014. **1840**(3): p. 1028-1050.
3. Sokolov, I. and M.E. Dokukin, *AFM indentation analysis of cells to study cell mechanics and pericellular coat*, in *Nanoscale Imaging*. 2018, Springer. p. 449-468.
4. Khalili, A.A. and M.R. Ahmad, *A review of cell adhesion studies for biomedical and biological applications*. International journal of molecular sciences, 2015. **16**(8): p. 18149-18184.
5. Lekka, M., et al., *Elasticity of normal and cancerous human bladder cells studied by scanning force microscopy*. European Biophysics Journal, 1999. **28**(4): p. 312-316.
6. Paszek, M.J., et al., *Tensional homeostasis and the malignant phenotype*. Cancer cell, 2005. **8**(3): p. 241-254.
7. Faria, E.C., et al., *Measurement of elastic properties of prostate cancer cells using AFM*. Analyst, 2008. **133**(11): p. 1498-1500.
8. Remmerbach, T.W., et al., *Oral cancer diagnosis by mechanical phenotyping*. Cancer research, 2009. **69**(5): p. 1728-1732.
9. Bongiorno, T., et al., *Mechanical stiffness as an improved single-cell indicator of osteoblastic human mesenchymal stem cell differentiation*. Journal of biomechanics, 2014. **47**(9): p. 2197-2204.
10. Hanahan, D. and R.A. Weinberg, *Hallmarks of cancer: the next generation*. cell, 2011. **144**(5): p. 646-674.
11. Mescola, A., et al., *Probing cytoskeleton organisation of neuroblastoma cells with single-cell force spectroscopy*. Journal of Molecular Recognition, 2012. **25**(5): p. 270-277.
12. Hammer, A.M., et al., *Stromal PDGFR- $\alpha$  activation enhances matrix stiffness, impedes mammary ductal development, and accelerates tumor growth*. Neoplasia, 2017. **19**(6): p. 496-508.
13. Ladjal, H., et al., *Reality-based real-time cell indentation simulator*. IEEE/ASME Transactions On Mechatronics, 2010. **17**(2): p. 239-250.
14. Korayem, M., et al., *Contact simulation of soft micro/nano bioparticles for use in identification of mechanical properties and manipulation based on atomic force microscopy*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part K: Journal of Multi-body Dynamics, 2018. **232**(2): p. 274-285.
15. Svetlizky, D., et al., *Mechanical properties of Bio-Ferrography isolated cancerous cells studied by atomic force microscopy*. Journal of the mechanical behavior of biomedical materials, 2019. **91**: p. 345-354.
16. Moeendarbary, E. and A.R. Harris, *Cell mechanics: principles, practices, and prospects*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine, 2014. **6**(5): p. 371-388.

## KATARAKT CERRAHİSİNDE PROFİLAKTİK FARKLI GRUP ANTİBİYOTİKLERİN KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

### EVALUATION OF THE USE OF DIFFERENT GROUPS OF PROPHYLACTIC ANTIBIOTICS IN CATARACT SURGERY

**Nagehan CAN**

Op. Dr. Torbalı Devlet Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği İzmir / Türkiye.

#### ÖZET

**Amaç:** Katarakt cerrahisi yapılan hastalarda profilaktik intrakameral %0,5 moksifloksasin ve sefuroksim aksetil kullanımının güvenliğinin belirlenmesi.

**Gereç ve Yöntem:** Katarakt ameliyatı olan ve intrakameral moksifloksasin veya sefuroksim verilen olgularda preoperatif ve postoperatif 1.ayda ön kamarada reaksiyonu, en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EDGK) ve kornea kalınlıkları ölçüldü. İntraoperatif 99 hastaya 0,1 mL intrakameral %0,5 moksifloksasin ve 105 hastaya 0,1 mL 1,0 mg/mL sefuroksim aksetil verildi. Preoperatif ve postoperatif veriler karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Çalışmaya 204 göz alındı. Ortalama yaş  $78,5 \pm 10,15$  (59-85 yaş) idi. EDGK  $0,5 \pm 0,15$  idi. Postoperatif ilk gün bütün gözlerde ön kamarada 0 ile +2 hücre ve flare reaksiyonu mevcuttu. İntrakameral sefuroksim aksetilde 2, moksifloksasinde 1 hastada toksik anterior segment sendromu (TASS) gelişti. Endoftalmi hiçbir hastada gelişmedi. Sefuroksim grubunda birinci ayda ortalama santral korneal kalınlıkta (SKK) artış  $10,50 \mu\text{m}$  idi. Moksifloksasin grubunda ortalama SKK artış  $18,12 \mu\text{m}$  idi.

**Sonuç:** İntrakameral %0,5 mg/m moksifloksasin ve 1mg/0,1ml sefuroksim aksetil katarakt cerrahisi yapılan kişilerde güvenli kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Moksifloksasin, Sefuroksim, Endoftalmi, Katarakt

#### ABSTRACT

**Purpose:** For prevention of prophylactic intracameral 0.5% moxifloxacin and cefuroxime axetil use in cataract surgery.

**Materials and Methods:** Anterior chamber reaction, best corrected visual acuity and corneal thickness were measured in the preoperative-postoperative 1st month in patients and were given intracameral moxifloxacin or cefuroxime. Intraoperatively, 99 patients received 0.1mL intracameral 0.5% moxifloxacin and 105 patients received 0.1mL 1.0 mg/mL cefuroxime. Preoperative and postoperative data were compared.

**Results:** 204 eyes were included the study. The mean age was  $78.5 \pm 10.15$  (59-85 years). BCVA was  $0.5 \pm 0.15$ . The first day, all eyes had 0 to +2 cells and flare reaction in anterior chamber. Toxic anterior segment syndrome developed in 2 patients in cefuroxime and 1 patient in moxifloxacin. Cefuroxime mean central corneal thickness increase  $10.50\mu\text{m}$  in the first month. Moxifloxacin mean CCT increase was  $18.12\mu\text{m}$ .

**Conclusion:** Intracameral 0.5% mg/mL moxifloxacin and 1mg/0.1ml cefuroxime axetil can be used in cataract surgery.

**Keywords:** Moxifloxacin, Cefuroxime, Endophthalmitis, Cataract

## GİRİŞ

Katarakt ; Saydam olan lensin kesifleşmesi ve bulanıklaşmasıdır. Bu nedenle retinada net bir görüntünün oluşmasını engeller. Dünyadaki körlük ve görme azlığı nedenleri arasında birinci sıradadır. Kataraktın tek tedavisi cerrahidir. Çok eski çağlardan itibaren katarakt cerrahileri yapıyor olsa da son yıllarda çok büyük bir gelişim göstermiş ve en başarılı; sonuçları en yüz güldürücü girişim haline gelmiştir. Katarakt ameliyatlarında en korkulan ve rastlanılmak istenmeyen durum postoperatif endoftalmidir. Postoperatif endoftalmi, intraokuler cerrahi sonrası okuler boşluklarda gelişen enflamasyondur. Postoperatif endoftalmi; enfeksiyöz ve non-enfeksiyöz olarak ikiye ayrılır. Steril postoperatif endoftalmi, katarakt cerrahisi sonrası göz içinde kalan yabancı materyellere, operatif travmaya (iris hasarı, vitreus kaybı vb.), daha önce var olan üveitin alevlenmesine veya cerrahi sırasında kullanılan malzemelere bağlı vb. nedenlerle gelişebilir (1,2). Enfeksiyöz endoftalmi ise katarakt cerrahisi sonrasında, özellikle bakteri ve mantarlara bağlı gelişen endoftalmilerdir. Belirti ve bulguların başlama zamanına göre erken ve geç postoperatif endoftalmi olarak başlıca ikiye ayrılabilir. Katarakt cerrahisi sonrası ilk 6 hafta içerisinde görülen endoftalmiler akut (erken), 6 hafta sonra görülenler ise geç başlangıçlı endoftalmiler olarak adlandırılır.

Postoperatif endoftalmilere neden olan mikroorganizmaların daha çok konjonktiva veya kirpik florasından kaynaklandığı gösterilmiştir (3). Konjonktiva ve kirpik florasında ise en sık bulunan bakteriler Staphylococcus epidermidis, Staphylococcus aureus ve Cornebakterium suşlarıdır (3,4). Endoftalmiden korunmak için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Birçok cerrah katarakt cerrahisine başlamadan önce profilaksi için farklı algoritmalar oluşturmuşlardır. Ameliyat öncesi göz ve ilgili dokulardaki enfeksiyonlar tedavi edilmelidir. Sistemik enfeksiyon varlığında yapılacak katarakt cerrahisi ertelenmeli ve hasta tedavi edildikten sonra opere edilmelidir. Bağışıklık sistemi baskılanmış kişilerde ameliyat öncesinde profllaktik kinolon grubu antibiyotik başlanmalıdır ve ameliyat sonrası bir hafta devam edilmelidir. Katarakt cerrahisinden 1-3 gün önce antibiyotikli damla kullanımında etkili olduğu bildirilmiştir (5). Preoperatif antibiyotik kullanımı ile postoperatif endoftalmi tam olarak engellenemese de bakteri yükünü azaltılmaktadır. Ameliyathanede cerrahi hazırlık aşaması da önem içermektedir. Bu nedenle cerrahi malzemelerin sterilizasyonu, ameliyathanede kullanılan cihazlar, ve ameliyat ekibinin hassasiyeti önem arz etmektedir. Cerrahiden önce ameliyat olacak göz çevresine %10'luk ve konjonktival keseye %5'lik povidon iyodür en az 2-3 dakika uygulanmalıdır (6). Katarakt cerrahisi sonunda giriş yeri ödemlendirilmeden önce intrakamaral antibiyotik uygulaması en çok kullanılan yöntemlerden biridir bununla ilgili pek çok farklı merkezde pek çok farklı çalışma yapılmıştır (7).

Sefuroksim: endoftalmi profllaksisinde intrakamaral yolla verilen 2. kuşak sefalosporindir. Ülkemizde birçok ticari preparatı mevcuttur. Sefalosporinler; tıpkı penisilinler ve diğer beta-laktam antibiyotikler gibi bakteri hücre duvarında bulunan peptidoglikan yapısını bozarak bakterisidal etki gösterirler. İkinci kuşak sefalosporinler özellikle konjonktiva ve kirpik florasında sıklıkla rastlanılan bakteriler olan gram pozitif kokların büyük çoğunluğuna etkindir (Enterokoklar ve nafsilin dirençli stafilokoklar hariç). Anaerob bakterilerin ise bir kısmına etkilidir (Bakteriodes fragilis hariç). Gram negatif bakterilerden özellikle Escherichia coli, Proteus türü ve Klebsiella türü bakterilere etkindir. Sefuroksim intrakamaral kullanılmaya başladıktan sonra endoftalmi sıklığı belirgin olarak azalmıştır (7). Sefuroksim intrakamaral verildikten sonra yaklaşık 2 saat teröpatik düzeylerde kalabilir (8). Lokal toksik etkiler açısından yapılan çalışmalarda sefuroksim güvenli bulunmuştur.

Moksifloksasin: İntrakamaral antibiyotik profllaksisinde kullanılan moksifloksasin 4. kuşak kinolon grubu, bakterisidal etkilidir antibiyotiktir. DNA giraz, topoizomeraz tip 2 ve 4'ü inhibe ederek etki gösterir. İntrakamaral kullanımı güvenli ve etkin bulunmuştur (9). Kornea endotel hücresi, retina pigment epitel, trabeküler ağ ve lens epitel hücresinde 150 mikrogram/ml düzeyine kadar toksik etki gözlenmemiştir. İntrakamaral kullanımda ise 0.25-2.5 mikrogram/ml kullanıldığından güvenlidir (10). Kinolon grubu antibiyotikler özellikle Enterobakter ailesi (Escherichia, Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter, Providencia, Morganella, Serratia vs türü bakteriler) Hemofilus türleri, Neisseria türleri, Pseudomonas aeruginosa ve Streptococcus pneumoniae'a karşı etkilidir. Sefuroksim'in genellikle etkisiz olduğu Enterococcus faecalis'e karşı da etkili olabilmektedir. Yeni kuşak kinolonlar anaerobik bakterilere de etkilidir. Çalışmamızda fakoemülsifikasyon cerrhaisinde intrakamaral moksifloksasin ve sefuroksim aksetil kullanımı karşılaştırılmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEM:

Ocak 2018-2020 yılları arasında katarakt ameliyatı olan hastaların dosyaları retrospektif olarak incelendi. Hastalara cerrahiden önce cerrahi hakkında açıklama yapılarak yazılı onam alındı ve Helsinki Deklarasyon Prensiplerine uygunluğu göz önüne alındı. Olgulara cerrahi öncesi Snellen eşeli ile en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, biyomikroskopi, Goldmann applanasyon tonometresi ile göz içi basınç ölçümü, gonyoskopi ve +90 D lens ile fundus muayenesi yapıldı. Tüm hastalar aynı cerrah tarafından opere edilmişti. Cerrahinin bitiminde intrakameral moksifloksasin veya intrakameral sefuroksim verilen vakalarda preoperatif ve postoperatif birinci aya kadar sonuçlar incelendi. Ön kamara reaksiyonu, en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EDGK) ve kornea kalınlıkları ölçüldü. Postoperatif birinci gün, birinci hafta ve birinci ayda ölçümler alındı. Fakoemülsifikasyon cerrahisinin sonunda 99 hastaya 0,1 mL intrakameral %0,5 moksifloksasin (Vigamox, Alcon) solüsyonu ve 105 hastaya 0,1 mL 1,0 mg/mL intrakameral sefuroksim aksetil (Aprokam, Thea) verildi. Ameliyat sonrası ölçümler yapıldı. Preoperatif elde edilen veriler postoperatif verilerle karşılaştırıldı. İstatistiksel analiz için paired-t testi kullanıldı. P değeri 0,05'ten küçük olanlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

**Cerrahi Teknik:** Ameliyatlar lokal anestezi altında gerçekleştirildi. Bütün olgularda temporal yaklaşımlı 2.8 mm'lik saydam korneal kesi ve 2 adet yan giriş yapılarak ameliyata başlandı. Ön kamara %3 sodium hyaluronat ile oluşturuldu. Kapsülöreksis ve hidrodiseksiyonu takiben nükleus, İnfinity® (Alcon®, Forth Worth, ABD) fakoemülsifikasyon cihazıyla "vertikal chop" tekniği kullanılarak koaksiyel fakoemülsifikasyon ile emülsifiye edildi. Daha sonra korteks bakiyesi irrigasyon/aspirasyon ile temizlendi. Kapsül içine enjektörle katlanabilir hidrofobik akrilik lens yerleştirildi. Irrigasyon/aspirasyon ile viskoelastik madde temizlendi. İntrakameral sefuroksim (0,1ml/1 mg) veya moxifloksasin (0,1ml) uygulandı. Korneal ana kesi ve yan giriş stromal hidrasyon ile kapatılıp kesilerin sızdırmazlığı üçgen sponge ile kontrol edildikten sonra ameliyat sonlandırıldı. Postoperatif topikal moxifloksasin+deksametazon 2 hafta süre ile kullanıldı.

## BULGULAR:

Çalışmaya 204 göz dahil edildi. Fakoemülsifikasyon cerrahisinin sonunda 99 hastaya 0,1 mL intrakameral %0,5 moksifloksasin (Vigamox, Alcon) solüsyonu ve 105 hastaya 0,1 mL 1,0 mg/mL intrakameral sefuroksim aksetil (Aprokam, Thea) solüsyonu verildi. Tüm hastaların ortalama yaşı  $78,5 \pm 10,15$  (59-85 yaş) idi. En iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EDGK) sefuroksim grubunda preoperatif  $0,5 \pm 0,15$  idi. Postoperatif birinci gün  $0,7 \pm 0,18$ ; birinci haftada  $0,81 \pm 0,12$ ; birinci ayda  $0,78 \pm 0,21$  idi. Moxifloksasin uygulanan grupta ise EDGK preoperatif  $0,4 \pm 0,10$  olup, postoperatif birinci gün  $0,6 \pm 0,21$  birinci hafta  $0,8 \pm 0,15$  birinci ayda  $0,89 \pm 0,1$  idi. Görme keskinliği preoperatif döneme göre postoperatif birinci günden itibaren istatistiksel olarak anlamlı şekilde artış göstermişti. Farklı iki grup antibiyotik uygulanan iki grup arasında anlamlı fark izlenmedi. Postoperatif ilk gün bütün gözlerde ön kamarada 0 ile +2 arasında hücre ve reaksiyon mevcuttu. Birinci haftada moxifloksasin uygulanan hastaların %79,2 sinde 0 ile +1 arasında hücre mevcuttu, sadece 1 hastada (%1,01) birinci haftada +2 hücre var idi. Sefuroksim aksetil uygulanan hastaların %47,61 'inde 0 ile +1 arası hücre mevcuttu. Bunun dışında sefuroksim aksetil grubunun %1,9 unda +2 den daha fazla hücre mevcuttu ve membran oluşumu mevcut idi. İntrakameral sefuroksim aksetil yapılan ve reaksiyonu devam eden 2 hastada, moxifloksasin yapılan 1 hastada toksik anterior segment sendromu (TASS) gelişti. Gelişen TASS dirençli olmayıp kısa sürede topikal steroid ve sikloplejiker ile geriledi. Hiçbir hastada endoftalmi gelişmedi. Preoperatif ortalama santral kornea kalınlığı  $545 \pm 90,80$  olarak ölçüldü. Sefuroksim grubunda birinci ayda ortalama santral korneal kalınlıkta (SKK) artış  $10,50 \mu\text{m}$  idi ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Moxifloksasin grubunda ortalama SKK artış  $18,12 \mu\text{m}$  idi ve istatistiksel olarak anlamlı değildi.

|                          | Sefuroksim aksetil | moxifloksasin  |
|--------------------------|--------------------|----------------|
| Görme keskinliği 1. ay   | $0,78 \pm 0,21$    | $0,89 \pm 0,1$ |
| Ön kamara reaksiyonu     | +2                 | +2             |
| Santral kornea kalınlığı | $556 \pm 4,80$     | $564 \pm 0,2$  |
| TASS                     | 2                  | 1              |
| Endoftalmi               | 0                  | 0              |



## SONUÇ:

Katarakt en sık görülen görme azlığı nedenlerinden biridir. Bununla birlikte katarakt cerrahisine duyulan ihtiyaçta artmıştır. Yaşlı nüfusta en sık uygulanan göz içi cerrahisi katarakt cerrahisidir ve her geçen gün cerrahi teknikler güncellenmektedir. Halen en sık uygulanan cerrahi yöntem fakoemülsifikasyon cerrahisidir (11). Eski yıllarda görülen endoftalmi vakaları birçok hasta için olumsuz sonuç doğurmakla birlikte birçok oftalmolog içinde üzücü olmuştur. Katarakt cerrahisi sonrası endoftalmi vakaları 1994-2001 yılları arasında, katarakt ameliyatlarının artması ile paralel artış göstererek artış göstermiş ve insidansı 1000 vakada 2,5 olarak bulunmuştur (12). Son yıllarda endoftalmiden korunmak için farklı yöntemler denenmeye başlanmıştır. Özellikle kişisel hijyen, göz kapağı, kirpik kenarı temizliği barındırdığı flora nedeni ile bunun başında gelmektedir. Endoftalmi profilaksisinde povidone-iodine ile oküler yüzeyin ameliyat başlangıcında temizliği sıklıkla önerilmektedir ve birçok cerrah için vazgeçilmez olmuştur (13). Povidon-iodine kullanımının normal konjonktiva florasında %91 azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (14). Povidon-iodine ile oküler yüzey dekontaminasyonu sağlanabilse de %100'e yakın sterilizasyon sağlayamamaktadır. Ayrıca göz içi yapıların korunabilmesi için antibiyotiklerin göz içerisine verilmesi gerekmektedir. Profilaktik antibiyotik kullanımı günümüzde göz hekimlerinin büyük çoğunluğu tarafından desteklenmektedir. Daha önce supkonjonktival gentamisin (2mg/0,1ml) uygulanması ile intrakamaral sefuroksim (1mg/0,1ml) uygulanması karşılaştırılmış ancak her ikisinin sonuçları da yüz güldürücü bulunmuştur. Buna rağmen intrakamaral sefuroksim uygulaması göz içi bir uygulama olduğundan daha güvenli olarak bulunmuştur (15). Daha önce geniş hasta serileri ile yapılan çalışmalarda ön kamaraya sefuroksim verilmesi endoftalmi oranını 5 kat azaltmıştır (16). Montan ve ark. yaptıkları çalışmada 34000 hastanın ön kamarasına 1mg/0.1 ml sefuroksim vermiş ve sadece 20 hastada endoftalmiye (%0.065) rastlamıştır. Endoftalmi gelişen ve kültürde üremesi olan 13 örnekten 12 sinin sefuroksime dirençli olduğu bildirmiştir (17). Montan ve ark yaptıkları çalışmada 1 mg ön kamaraya sefuroksim verilen ve hiçbir şey verilmeyen hastalar karşılaştırıldığında korneal endotel hücre sayısı veya morfolojisi, ön kamaraya hücre yoğunluğu ve santral maküla kalınlığı arasında fark bulunmamıştır (18). Aynı şekilde hayvan ve in vitro modellerde %0.5 moksifloksasin damlasının göz dokularında güvenli olduğu saptanmıştır. İnsan olmayan primate modelinde, %3'lük yüksek doz moksifloksasin damla uygulanmış ve kornea endotelinde herhangi bir toksik hasar gözlemlenmemiştir (19).

Daha önce yapılan çalışmalarda Bowen ve ark geniş katarakt serilerinde farklı grup antibiyotiklerin profilaksinde kullanılmasını denemişler; bu antibiyotiklerin içinde moksifloksasin, sefuroksim olduğu gibi farklı olarak vancomisin de profilaksinde kullanılmıştır. Vancomisinin endoftalmi profilaksisinde etkili düzeyde koruyucu olarak bildirilmiştir. Ayrıca vancomisinin ön kamarada kalma süresi çok uzun gösterilmiştir. Endoftalmiye sebep olan bakterileri engellemek için en az gerekli olan konsantrasyon 0.5- 2.0 µm/ ml iken vancomisinde bu daha yüksek ölçülmüştür (20). Buna rağmen Amerikan Hastalıkları Engelleme ve Kontrol Merkezi vankomisine karşı direnç artışı olduğu uyarısında bulunmuş ve katarakt ameliyatlarında vankomisin kullanılmamasını tavsiye etmiştir (21). Bununla birlikte intrakamaral vankomisin kullanımı sonrası hemorajik oklüziv retinal vaskülit vakaları görülmüş ve kuvvetle muhtemel bu olayın vankomisine bağlı olabileceği düşünülmüştür (22). Vankomisinin rutinde kullanımı dilüsyon problemleri yaşanması nedeniyle yoktur.

European Society of Cataract and Refractive Surgeons çalışmasında fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrasında intrakamaral sefuroksim kullanımıyla endoftalmi gelişme riskinin anlamlı derecede düştüğünü göstermiştir (23). Sefuroksim aksetilin, intravenöz formunun göz içine dilüe edilerek kullanımı yaygındır. Sefuroksim de vankomisin gibi sistemik kullanım için üretilmiş olup ancak serum fizyolojik ile belirli oranlarda karıştırılarak göz içine güvenli bir şekilde verilebilir. Bu hazırlanış esnasında eğer uygun konsantrasyon sağlanamaz ise göz içinde çeşitli reaksiyonların olduğu toksik ön segment sendromuna yol açabilir. Postoperatif TASS'ın nedeni olarak çeşitli detarjan, metal iyon ve endotoksin kalıntıları ile kontamine cerrahi aletler, uygun pH veya osmolariteye sahip olmayan ilaç, solüsyon veya viskoelastik maddeler ile göz içi mercekler düşünülmektedir (24). Toksik anterior segment sendromuna bağlı gelişen endotel toksite nedeniyle kalıcı veya lokalize korneal ödem olabilmektedir. Çalışmamızda üç olguda ameliyat sonrası TASS gelişimi gözlemlendi. Bunların biri moksifloksasin kullanımı sonrası, ikisi ise sefuroksim aksetil kullanımı sonrası idi. Ancak yukarıda da anlatıldığı gibi profilaktik antibiyotik kullanımına bağlı TASS daha çok dilüsyon ve

konsantrasyon problemleri nedeni ile görülmektedir. Ancak biz çalışmamızda göz için üretilen sefuroksim aksetil formunu (THEA, APROKAM) kullandığımızdan dilüsyon problemi minimuma indirilmişti. TASS gelişimini diğer nedenlere bağladık.

Çalışmamızda intrakamaral olarak kullanılan antibiyotiğin santral kornea kalınlığına etkisi ve kan-aköz bariyerine etkisi (aköz flare) ve ön kamarada reaksiyona neden olup (aköz hücre) olmadığı da değerlendirildi. Postoperatif birinci ayda preoperatif döneme göre santral kornea kalınlığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Artmış olan minimal düzeydeki santral kornea kalınlığı da fakoemülsifikasyonun kornea endoteli üzerindeki etkisine bağlandı. Sefuroksimin ve moksifloksasinin kan-aköz bariyerine zarar verdiğine ait anlamlı hücre veya flare artışı miktarına rastlamadık. Hiçbir hastada 1. haftanın sonunda aköz flare veya hücreye rastlanmadı. Ameliyat öncesi değerlere göre EDGK' de hiçbir hastada kayıp olmadı. Hatta beklenen şekilde EDGK da artış izlendi.

Çalışmamızda da; daha önce yapılan çalışmalar ile benzer şekilde, endoftalmi profilaksisinde intraoperatif intrakamaral antibiyotik enjeksiyonunun gerekliliği vurgulanmıştır. Günümüzde gelişen ilaç sanayi ile sefuroksim aksetilin göz içi kullanım için üretilmiş formları artmaktadır ve kullanımı da artmaktadır. Çalışmamızda sefuroksim aksetilin göz için oluşturulmuş formları kullanılmıştır. Değerlendirdiğimiz vaka serileri kısıtlı sayıda hasta içerse de intrakamaral sefuroksim aksetil kullanımı ve moksifloksasin kullanımı arasında birçok açıdan anlamlı farka rastlanmamıştır. Ama maliyet ve sağlık sigortalarına düşen yük göz önünde tutulduğunda moksifloksasin kullanımı daha ucuzdur. Diğer göz içi kullanılan ilaçlarda da olduğu gibi burada da antibiyotiklerin etkinliği ve yan etkileri arasında fark izlenmemiş ama yasal onayı olan ilaçlar ile olmayanlar arasında fiyat farkı-maliyet olarak fark ortaya çıkarmıştır.

#### **KAYNAKLAR:**

1. Marak GE Jr.: Phacoanaphylactic endophthalmitis. *Surv Ophthalmol.* 1992;36 :325-339.
2. Muller H.: Phacolytic glaucoma and phacogenic ophthalmia. *Trans Ophthalmol Soc UK.*1963;83:689-704.
3. Mino de Kaspar H, Koss MJ, He L ve ark. Antibiotic susceptibility of preoperative normal conjunctival bacteria. *Am J Ophthalmol.* 2005;139:730-733.
4. Herde J, Tost M, Wilhelms D ve ark. Perioperative conjunctival flora. *Klin Monatsbl Augenheilkd.* 1996; 209:13-20.
5. Lofoco G, Quercioli P, Ciucci F ve ark. Fusidic acid vs ofloxacin prophylaxis before cataract surgery. *Eur J Ophthalmol.* 2005; 15: 718-721.
6. Carrim ZI, Mackie G, Gallacher G ve ark. The efficacy of 5% povidone-iodine for 3 minutes prior to cataract surgery. *Eur J Ophthalmol.* 2009;19: 560-564.
7. Montan PG, Wejde G, Koranyi G ve ark. Prophylactic intracameral cefuroxime. Efficacy in preventing endophthalmitis after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.*
8. Yu-Wai-Man P, Morgan SJ, Hildreth AJ ve ark. Efficacy of intracameral and subconjunctival cefuroxime in preventing endophthalmitis after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2008; 34 : 447-451.
9. O'Brien TP, Arshinoff SA, Mah FS. Perspectives on antibiotics for postoperative endophthalmitis prophylaxis: potential role of moxifloxacin. *J Cataract Refract Surg.*
10. Kernt M, Hirneiss C, Neubauer AS et al.: Intracameral moxifloxacin: a safe option for endophthalmitis prophylaxis: In vitro safety profile for intraocular application. *Ophthalmologie.* 2009;17.
11. Helvacıoğlu F, Şencan S, Tunç Z, ve ark. Katarakt ve Güncel Tedavi Yaklaşımları. *Maltepe Tıp Dergisi / Cilt: 6 Sayı: 1 / Nisan 2014.*

12. West ES, Behrens A, McDonnell PJ, et al. The incidence of endophthalmitis after cataract surgery among the U.S. Medicare population between 1994 and 2001. *Ophthalmology* 2005;112:1388-394.
13. Ciulla TA, Starr MB, Masket S. Bacterial endophthalmitis prophylaxis for cataract surgery; an evidence-based update. *Ophthalmology*. 2002;109:13-24.
14. Isenberg SJ, Apt L, Yoshimori R, et al. Efficacy of topical povidone-iodine during the first week after ophthalmic surgery. *Am J Ophthalmol* 1997;124:31-5.
15. Aktaş H, Aktaş S, Elitutar K. Katarakt cerrahisi sonrasında endoftalmi koruması: İntrakameral sefuroksim aksetil ile subkonjoktival gentamisin uygulamalarının erken klinik sonuçlarının karşılaştırılması. *T Oftalmol Derg* 2009;39:172-6.
16. Prophylaxis of postoperative endophthalmitis following cataract surgery: results of the ESCRS multicenter study and identification of risk factors. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2007;33 (6):978-88.
17. ASCRS-ASRS HORV Task Force members (2016) Clinical Alert: HORV Association with Intraocular Vancomycin. [http:// www.ascrs.org/sites/default/files/HORV-AlertFinal.pdf](http://www.ascrs.org/sites/default/files/HORV-AlertFinal.pdf). Accessed 1st OCT 2017.
18. Witkin AJ, Chang DF, Jumper JM, et al. Vancomycin-Associated Hemorrhagic Occlusive Retinal Vasculitis. *Ophthalmology* 2017;124 (5):583-95.
19. McGee DH, Holt WF, Kastner PR, Rice RL. Safety of moxifloxacin as shown in animal and in vitro studies. *Survey of ophthalmology*. 2005;50 Suppl 1:S46-54.
20. Bowen RC, Zhou AX, Bondalapati S, et al. Comparative analysis of the safety and efficacy of intracameral cefuroxime, moxifloxacin and vancomycin at the end of cataract surgery: a meta-analysis. *Br J Ophthalmol* 2018 Jan 11.pii: bjophthalmol-2017-311051.
21. ASCRS-ASRS HORV Task Force members (2016) Clinical Alert: HORV Association with Intraocular Vancomycin. [http:// www.ascrs.org/sites/default/files/HORV-AlertFinal.pdf](http://www.ascrs.org/sites/default/files/HORV-AlertFinal.pdf). Accessed 1st OCT 20
22. Witkin AJ, Chang DF, Jumper JM, et al. Vancomycin-Associated Hemorrhagic Occlusive Retinal Vasculitis. *Ophthalmology* 2017;124 (5):5.
23. Seal DV, Barry P, Gettinby G, et al. ESCRS study of prophylaxis of postoperative endophthalmitis after cataract surgery: case for a European multicenter study; the ESCRS Endophthal mitis Study Group. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32:396-406.
24. Mamalis N, Edelhauser HF, Dawson DG, et al. Toxic anterior segment syndrome. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:324-33.

## VENA SEFANA MAGNA ABLASYONUNDA RADYOFREKANS İLE CYANOACRYLAT EMBOUZASYONU TEDAVİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

### COMPARİSON OF RADİOFREQUENCY AND CYANOACRYLATE EMBOLİZATİON TREATMENTS İN VENA SAFENA MAGNA ABLATİON

#### **Zafer Cengiz ER**

Dr. Öğr. Üyesi, Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi A.D. (Sorumlu yazar)

#### **Bugra DESTAN**

Op. Dr., Mehmet Akif Ersoy Devlet Hastanesi Kalp Damar Cerrahisi Klinigi

#### **Sedat ÖZCAN**

Doç. Dr., Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi A.D.

#### **Sameh ALAGHA**

Dr. Öğr. Üyesi, Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi A.D.

## **ÖZET**

### **Amaç**

Kronik venöz yetmezliği (KVY) sık görülen, iş gücü ve yaşam kalitesinde kayıplara neden olan bir hastalıktır. Tedavisinde vena sefana magna (VSM) ablasyonu için kullanılan Radyofrekans ve cyanoacrylat embolizasyon tekniklerinin karşılaştırılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

### **Materyal ve Metot**

Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'ne Kasım 2015-Ocak 2020 tarihleri arasında başvuran venöz yetmezliği olan, semptomatik 220 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastalar 1.grup Radyofrekans, 2. grup cyanoacrylat embolizasyon uygulaması yapılanlar olarak gruplandırıldı. Ameliyat öncesi dönemde venöz alt ekstremite renkli Doppler ultrasonografi (RDUS) ile reflü varlığı ve VSM çapları açısından hastaların tamamı değerlendirildi. RDUS ile VSM çapı 5,5 mm üzeri ve safeno-femoral reflü süresi 0,5 sn. den daha uzun olan, VMS'si tortiyoze olmayan hastalar çalışmaya dâhil edildi. Demografik açıdan benzer olan iki grupta 110 vaka çalışmaya dâhil edildi. Hastalar işlem sonrası birinci haftada poliklinik kontrolüne ve birinci ve altıncı aylarda RDUS kontrolüne çağırıldı.

### **Bulgular**

İşlem sonrası ilk ayda yapılan RDUS kontrol tetkikinde VSM de RFA grubunda 110 hastadan 108 vakada (%98,18) obliterasyon sağlanmıştı. CAE grubunda 110 vakanın tamamında VSM oblitere olmuştu. Altıncı ayda ise RFA grubunda 107 vakada (%97,27) ve CAE grubunda 109(%99,09) VSM obliterasyonu mevcuttu. RFA grubunda işlem sonrası ilk bir ay içerisinde %8,18 ekimoz , % 0,90 selülit, % 1,81 tromboflebit görüldü. CAE grubunda komplikasyonlar %10,90 ekimoz, % 2,72selülit, % 0,90 tromboflebit oranında saptandı. İşlem süresi RFA grubunda ortalama 32,14 dk. olurken, CAE grubunda 15,32 dk. olarak geçti. İşlem öncesi sorulan sekiz semptomun hastalara sorularak kaydedildi. Altı ay sonraki kontrollerde tekrar sorularak farklar karşılaştırıldı. Semptomlarda değişim sonuçları benzer olup ciddi fark saptanmadı.

### **Sonuçlar**

Minimal invaziv KVY tedavileri olan RAF ve CAE teknikleri uygun hastalarda klasik cerrahi kadar etkilidirler. Aralarında etkinlik ve komplikasyonlar olarak ciddi fark olmamakla beraber kısa işlem süresi avantajı ile CAE öne çıkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Radyofrekans ablasyo, n- butyl cyanoacrylat, Embolizasyon, Venöz yetmezlik

## Summary

**Goal:** Chronic venous insufficiency (CVI) is a common disease that causes labor and quality of life losses. It was aimed to compare and evaluate the radiofrequency and cyanoacrylate embolization techniques used for vena cephaana magna (VSM) ablation in its treatment.

**Materials and Methods:** 220 symptomatic patients with venous insufficiency who applied to the Department of Cardiovascular Surgery of Bozok University Faculty of Medicine between November 2015 and January 2020 were included in the study. Patients were grouped as 1. group Radiofrequency and 2. group as cyanoacrylate embolization. In the preoperative period, all patients were evaluated in terms of the presence of reflux and VSM diameters with venous lower extremity color Doppler ultrasonography (CDUS). With RDUS, the VSM diameter is over 5.5 mm and the sapheno-femoral reflux time is 0.5 seconds. Patients who were longer than those whose VMS was not tortuous were included in the study. 110 cases in two demographically similar groups were included in the study. Patients were called for outpatient clinic control in the first week and CDUS control in the first and sixth months after the procedure.

**Results:** In the CDUS control examination performed in the first month after the procedure, obliteration was achieved in 108 cases (98.18%) out of 110 patients in the RFA group in VSM. VSM obliterated in all 110 cases in the CAE group. At the sixth month, VSM obliteration was present in 107 cases (97.27%) in the RFA group and 109 (99.09%) in the CAE group. In the RFA group, 8.18% ecchymosis, 0.90% cellulitis and 1.81% thrombophlebitis were seen in the first month after the procedure. In the CAE group, complications were detected at a rate of 10.90% ecchymosis, 2.72% cellulitis, and 0.90% thrombophlebitis. The average procedure time in the RFA group is 32.14 minutes. while in the CAE group, 15.32 min. passed as. Eight symptoms asked before the procedure were asked to the patients and recorded. At the controls six months later, the differences were compared by asking again. The change results in symptoms were similar, and no serious difference was found.

**Results:** RAF and CAE techniques, which are minimally invasive CVI treatments, are as effective as classical surgery in eligible patients. Although there is no significant difference between them in terms of efficiency and complications, CAE stands out with its short procedure time advantage.

**Keywords:** Radiofrequency ablation, n-butyl cyanoacrylate, Embolization, Venous insufficiency

## GİRİŞ

Kronik venöz yetmezliği (KVY) ve varis, birey yaşam kalitesi azalması ile iş gücü ciddi kayıpları oluşturan bir hastalıktır. Erişkin birey popülasyonunda %25-50 oranında görüldüğü bildirilmiştir.<sup>(1)</sup> KVY'nin en çok görülen semptomları bacakta ağrı, yorgunluk, yanma hissi, şişlik, kaşıntı ve karıncalanmadır ve bu semptomlar hastaların hayat kalitesini belirgin derecede bozar. KVY klinikte sadece kozmetik bir sorun olarak ortaya çıkabildiği gibi ülser gibi ciddi cilt problemlerine de neden olabilmektedir.<sup>(2)</sup> Günümüzde teknoloji ve tıptaki ilerlemelere paralel olarak, KVY tedavisinde klasik cerrahiye alternatif olarak tedavi yöntemleri kullanılmaktadır. Bu tedavilerde, endovenöz lazer ablasyon (EVLA), radyofrekans ablasyon (RFA), köpük skleroterapi ve cyanoacrylat embolizasyonu (CAE) teknikleri uygulanmaktadır. EVLA ilk defa 1999 yılında venöz yetmezlikde kullanımı bildirilen yöntemdir. Amacı; safenofemoral bileşkeden olan reflüyü, safen ven endotelinde termal hasar sonucunda oklude ederek önlemektir.<sup>(3)</sup> Postoperatif ekimoz, parastezi, ağrı, kutanöz termal hasar, yüzeysel tromboflebit yan etkileri görülebilir.<sup>(4)</sup> Köpük skleroterapi yaygın kullanılan minimal invaziv yöntem olmakla beraber yüksek nüks oranları, hava embolisi, pulmoner emboli, derin ven trombozu ve baş ağrısı gibi yan etkileri vardır.<sup>(5)</sup> Köpük skleroterapi tedavi kılavuzlarında trunkal reflü lezyonlarında birinci sınıf tedavi olarak önerilmemektedir.<sup>(6)</sup> RFA ses dalgalarının oluşturduğu bipolar enerjiyle yapılan bir işlemdir. Elektrot ile temas eden endotelin ısı etkisiyle kontraksiyon olması şeklinde etki gösterir.<sup>(7)</sup> CAE uygulaması n-butyl cyanoacrylat (NBCA) tümesan anestezi kullanılmadan yapılan bir ablasyon tekniğidir. Damar içi uygulamasında NBCA katılarak hızlı polimerizasyon gerçekleştirir. Enjekte edilip üzerine bası yapılması damarı polimerizasyon yoluyla

kapatır.<sup>(8)</sup> Çalışmamızda kliniğimizde RFA ve CEA teknikleri ile yapılan tedavi sonuçları, komplikasyonlar incelenerek değerlendirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'ne Kasım 2015-Ocak 2020 tarihleri arasında başvuran venöz yetmezliği olan, semptomatik 220 hastayla çalışma yapıldı. Demografik bilgileri tablo 1 de belirtilmiştir. RDUS ile VSM çapı  $\geq 5,5$  arası  $\leq 16$  mm, safeno-femoral reflü süresi 0,5 sn. den daha uzun olan, CEAP sınıflaması C2 - C5, safen ven tortiyoze olmayan 19 ile 70 yaş arası vakalar çalışmaya dahil edildi. Semptomatik periferik arter hastalığı, DVT ve PE öyküsü, cyanoacrylat alerjisi ve gebelik olan vakalar çalışma dışı tutuldu. Vakalar iki gruba ayrıldı. Grup 1 RFA, grup 2 CEA uygulaması yapılanlar olarak belirlendi. Her bir grupta 110 hasta olup, gruplar demografik açıdan benzerdi. Ameliyat öncesi dönemde venöz alt ekstremite RDUS ile reflü varlığı ve VSM çapları açısından hastaların tamamı değerlendirildi. Hastalar işlem sonrası birinci haftada poliklinik kontrolüne, birinci ve altıncı aylarda RDUS kontrolüne çağırıldı. Preop ağrı, yorgunluk, şişlik, kaşıntı, karıncalanma, kramp, uyuşma ve yanma hissi olmak üzere başlıca sekiz semptom soruldu. Altıncı aydaki kontrolde semptomlar öğrenilerek, sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirildi.

|                         | Radyofrekans Ablasyon<br>Grup1 | Cyanoacrylat Embolizasyon<br>Grup 2 |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Cinsiyet                | n(%)                           | n(%)                                |
| Kadın                   | 67(60,90)                      | 62(56,36)                           |
| Erkek                   | 43(39,09)                      | 48(43,63)                           |
| Yaş                     | 39,27±12                       | 42,58±14                            |
| Sağ Bacak               | 51(46,36)                      | 54(49,10)                           |
| Sol Bacak               | 59(53,63)                      | 56(50,90)                           |
| CEAP sıralaması         |                                |                                     |
| C2                      | 91(82,72)                      | 32(29,09)                           |
| C3                      | 12(10,90)                      | 57(51,81)                           |
| C4                      | 6(5,45)                        | 19(17,27)                           |
| C5                      | 1(0,90)                        | 2(1,81)                             |
| Safen ortalama çap (mm) | 9,26±3,2                       | 8,21±2,6                            |

Tablo 1 Demografik veriler

## CERRAHİ PROSEDÜRLER

### Cyanoakrilat Embolizasyon

n-Butyl cyanoacrylat endüstride ve medikal alanda kullanılan hızlı bir yapıştırıcıdır. Monomer formu nem, kan ve veya doku sıvılarında hızla polimerizasyon oluşturup gerilme kuvveti ilk 10 sn süresince artar. Bir ila üç dakikada stabilleşir. En son aşamada gerilme kuvvetinde hızla ilerleyen logaritmik artış olur. Dopler ultrasonografi eşliğinde lokal anestezi altında safen ven kateterizasyonu yapılarak 5F intraducer sheath yerleştirildi. Sheathin içinden j kılavuz teli, SFB'ye kılavuz tel ulaştığında üzerinden 4F taşıyıcı kateter ilerletildi. Kateterin yerinin safen femoral bileşkeden (SFB) en az 3 cm distale konumlandırıldı. Kılavuz tel çıkarılarak, şırınga mekanizması takıldı. SFB ultrason probuyla komprese edildi. Enjektör sisteminden 0,3 ml her tetiklemede verilirken, eş zamanlı 2 cm/sn. hızıyla kateter çekildi. SFB ve safen ven trasesi üzerine 10 sn. süren bası sonrasında doplerle obliterasyon kontrol edildi.

### Radyofrekans Ablasyon

Soğuk 1000 ml % 0.9 NaCl içine 50 ml %2'lik Lidokain, 1 ml Adrenalin 1:1000 ve 10 mEq NaHCO<sub>3</sub> katılarak tümesan sıvısı hazırlandı. Dopler ultrasonografi kılavuzluğunda VSM'ye ponksiyon yapıldı. Kılavuz tel üstünden VSM içine 7F vasküler sheath yerleştirildi. RFA fiber kateterinin yeri, SFB'nin en az 2 cm distaline, US kılavuzluğunda konumlandırıldı. Tümesan mayii VSM boyunca, etrafını

saracak tarzda, ultrasonografi kılavuzluğunda enjekte edildi. Her 7 cm'lik vasküler segmente 10-40 watt güç, 120 °C ısı uygulayan ablasyon ikişer defa 20 sn. verildi.

## BULGULAR

|                             | Radyofrekans Ablasyon<br>1.Grup n (%) | Cyanoacrylat Embolizasyon<br>2.Grup n (%) |
|-----------------------------|---------------------------------------|---|
| Ekimoz                      | 9(8,18)                               | 12(10,90)                                 |
| Selülit                     | 1(0,90)                               | 3(2,72)                                   |
| Tromboflebit                | 2(1,81)                               | 1(0,90)                                   |
| Hematom                     | 5(4,54)                               | 2(1,81)                                   |
| Parestezi                   | 3(2,72)                               | 1(0,90)                                   |
| Rekanalize ven              | 7(6,36)                               | 5(4,54)                                   |
| Safen ortalama çapı (mm)    | 6,8±2,1                               | 8,21±2,6                                  |
| İşlem süresi ortalama (dk.) | 32,14                                 | 15,32                                     |

Tablo 2 Bulgular ve komplikasyonlar

İşlem sonrası ilk ayda yapılan RDUS kontrol tetkikinde VSM de RFA grubunda 110 hastadan 108 vakada (%98,18) obliterasyon sağlanmıştı. CAE grubunda 110 vakanın tamamında VSM oblitere olmuştu. Altıncı ayda ise RFA grubunda 107 vakada (%97,27) ve CAE grubunda 109(%99,09) VSM obliterasyonu mevcuttu. RFA grubunda işlem sonrası ilk bir ay içerisinde %8,18 ekimoz , % 0,90 selülit, % 1,81 tromboflebit görüldü. CAE grubunda komplikasyonlar %10,90 ekimoz, % 2,72selülit, % 0,90 tromboflebit oranında saptandı. Safen ortalama çapı RFA grubunda ortalama 6,8±2,1mm iken CAE grubunda 8,21±2,6mm idi. İşlem süresi RFA grubunda ortalama 32,14 dk. olurken, CAE grubunda 15,32 dk. olarak geçti. İşlem öncesi sorulan sekiz semptom hastalara sorularak kaydedildi. Altı ay sonraki kontrollerde tekrar sorularak farklar karşılaştırıldı. Semptomlarda değişim sonuçları benzer olup ciddi fark saptanmadı.

|              | Preop Semptomlar<br>n (%) |            | Postop 6. Ayda<br>Tam İyileşme<br>n (%) |           | Postop 6. Ayda<br>Parsiyel İyileşme<br>n(%) |           | Postop 6. Ayda<br>Farksız Semptom<br>n(%) |           |
|--------------|---------------------------|------------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|
|              | RFA                       | CAE        | RFA                                     | CAE       | RFA   | CAE       | RFA                                       | CAE       |
| Ağrı         | <b>110(100)</b>           | 109(99,09) | <b>94(85,45)</b>                        | 92(84,40) | <b>10(9,09)</b>                             | 12(11,00) | <b>6(5,45)</b>                            | 5(4,58)   |
| Yanma        | <b>67(60,90)</b>          | 74(67,27)  | <b>42(62,68)</b>                        | 57(77,02) | <b>16(23,88)</b>                            | 14(18,91) | <b>9(13,43)</b>                           | 3(4,05)   |
| Yorgunluk    | <b>81(73,63)</b>          | 86(78,18)  | <b>53(65,43)</b>                        | 49(56,97) | <b>24(29,62)</b>                            | 29(33,72) | <b>4(4,93)</b>                            | 8(9,30)   |
| Kaşıntı      | <b>65(59,09)</b>          | 52(47,27)  | <b>34(52,30)</b>                        | 22(42,30) | <b>19(29,23)</b>                            | 24(46,15) | <b>12(18,46)</b>                          | 6(11,53)  |
| Şişlik       | <b>32(29,09)</b>          | 46(41,81)  | <b>17(53,12)</b>                        | 19(41,30) | <b>7(21,87)</b>                             | 20(43,47) | <b>8(25,00)</b>                           | 7(15,21)  |
| Kramp        | <b>59(53,63)</b>          | 50(45,45)  | <b>35(59,32)</b>                        | 24(48,00) | <b>21(35,59)</b>                            | 22(44,00) | <b>3(5,08)</b>                            | 4(8,00)   |
| Uyuşma       | <b>41(37,27)</b>          | 49(44,54)  | <b>12(29,26)</b>                        | 16(32,65) | <b>9(21,95)</b>                             | 10(20,40) | <b>20(48,78)</b>                          | 23(46,93) |
| Karıncalanma | <b>28(25,45)</b>          | 33(30,00)  | <b>9(32,14)</b>                         | 11(33,33) | <b>4(14,28)</b>                             | 8(24,24)  | <b>15(53,57)</b>                          | 14(42,42) |

Tablo 3 Semptomlardaki tedavi sonrası değişim kıyaslanması

## TARTIŞMA

KVY tedavisinde uygulanan klasik cerrahi başarılı sonuçlarına karşın, her cerrahide olduğu gibi komplikasyonlara sahiptir. Bunlar hematoma, kesi yeri enfeksiyonu, lenf sıvısı kaçağı, hemoraji, femoral ven, arter yaralanması, kötü skatriks, derin ven trombozu ve tromboflebit oluşumudur.<sup>(9)</sup> Tedavi yöntemine karar verirken hastalar için semptomların tedavisinin yanında kozmetik sonuçlar da

önemlidir. VSM yetmezliği tedavisinde cerrahi dışında daha az invaziv olan skleroterapi, RFA ve EVLA tedavi yöntemleri kullanılmaktadır. Endovenöz ablasyon tedavilerinde uygulamanın kolay olması, daha iyi kozmetik sonuçların olması nedeniyle cerrahiye oranla daha sık kullanılan tedavi yöntemleri olmuştur.<sup>(10,11)</sup> Kısa işlem süresinde tercih edilmektedir. Sık olarak uygulanan non invaziv teknikler; Endovenöz lazer ablasyon (EVLA), RFA, köpük skleroterapi ve CAE embolizasyonudur. Köpük skleroterapi, geçici görme kaybı, migren, alerjik reaksiyon, konfüzyon gibi yan etkiler oluşturabilmektedir ve tedavi kılavuzlarında trunkal reflü lezyonlarında birinci sınıf tedavi olarak önerilmemektedir.<sup>(12, 6)</sup> EVLA ve RFA metotlarının her ikisinde de termal etki sonucu oluşan, damar hasarı sonucu oluşan obliterasyon ile tedavi sağlanmaktadır. CAE embolizasyonunda vasküler obliterasyon n butyl cyanoakrilat maddesiyle kimyasal olarak sağlanmaktadır. KVV tedavisinde uygulanan girişimsel teknikler ve cerrahi işlem karşılaştırmaları konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Van Den Bos yaptığı meta-analizde, 119 araştırmada 12.320 alt ekstremiteye ait sonuçlar incelenmiştir, Klasik cerrahide stripping ile %78, köpük skleroterapi ile %77, RFA ile %84 ve EVLA ile %94 başarı bildirilmiştir.<sup>(13)</sup> Ülkemizde Bozkurt ve ark. tarafından yapılan 310 hastayı içeren ve EVLA (n=156) ile CAE'nin (n=154) sonuçlarının karşılaştırıldığı çalışmada; istatistiksel anlamlı olarak CAE grubunda, daha kısa operasyon zamanı, işlem sırasında daha az ağrı, 3. günde daha az ekimoz izlenmiştir. Geçici veya kalıcı parestezi EVLA grubunda %4 oranında görülürken CAE grubunda hiç izlenmemiştir.<sup>(14)</sup>

Çalışmamızda RFA ile CAE teknikleri karşılaştırılmıştır. Demografik açıdan benzer iki gruptan sonuçlarda en belirgin fark işlem süresi ile CAE uygulaması lehine olmuştur. CAE 15,32 dk. Ve RFA 32,14 dk. . Çalışmamızda oluşan ciddi anlamda süre farkının, tümesan anesteziden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Endovenöz termal ablasyonuna bağlı komplikasyonlar nadir olarak görülmektedir. Literatürde derin ven trombozu görülme sıklığı (%1-3), tromboflebit görülme sıklığı (%1-2) duyu sinirlerinde hasar oluşma sıklığı (%1-3), ciltte hiperpigmentasyon oluşma sıklığı (%1-2), cilt yanığı oluşma sıklığı (%1'in altında) olarak bildirilmiştir.<sup>(15)</sup>

Bizim uygulamamızda derin ven trombozu görülmemiştir. En sık görülen komplikasyonumuz 12 hastada (%10,90) ile NBCA uygulanan grupta olan ekimoz olup medikal tedaviyle geçti. Altıncı ayda yapılan kontrolde NBCA grubu ile RAF grubu arasında anlamlı fark saptanmadı.

## SONUÇ

Minimal invaziv KVV tedavileri olan RAF ve CAE teknikleri uygun hastalarda klasik cerrahi kadar etkilidirler. Aralarında etkinlik ve komplikasyonlar olarak ciddi fark olmamakla beraber kısa işlem süresi avantajı ile CAE öne çıkmaktadır.

## KAYNAKLAR

- 1) Jeanneret C, Karatolios K. Varicose veins: A critical review of the definition and the therapeutical options. *Vasa* 2011; 40: 344-58.
- 2) Chiesa R, Marone EM, Limoni C, Volontè M, Petrini O. Chronic venous disorders: correlation between visible signs, symptoms and presence of functional disease. *J Vasc Surg* 2007; 46:322.
- 3) Pannier F, Rabe E. Endo venous laser therapy and radiofrequency ablation of saphenous varicose veins. *J Cardio vasc Surg* 2006;47:3-8.
- 4) Morrison N. Laser treatment of the incompetent saphenous vein. In: Gloviczki P, Dalsing MC, Eklöf B, Moneta GL, Wakefield TW (eds). *Hand book of Venous Disorder*. 3rd ed. American Venous Forum. London: Edward Arnold; 2009; 37:418-28.
- 5) Almeida JJ, Kaufman J, Göckeritz O, Chopra P, Evans MT, Hoheim DF, Makhoul RG, Richards T, Wenzel C, Raines JK. Radiofrequency endovenous ClosureFAST versus laser ablation for the treatment of great saphenous reflux: a multicenter, singleblinded, randomized study (RECOVERY study). *J Vasc Interv Radiol*. 2009 Jun; 20(6):752-9.
- 6) Gloviczki P, Comerota AJ, Dalsing MC, et al. The care of patients with varicose veins and associated chronic venous disease: Clinical practice guidelines of the Society for Vascular Surgery and the American Venous Forum. *J Vasc Surg* 2011; 53: 2S-48S.



- 7) Nicolaidis AN, Allegra C, Bergan J, Bradbury A, Cairols M, Carpentier P, et al. Management of chronic venous disorders of the lower limbs: Guidelines according to scientific evidence. *International Angiology* 2008;27:1-59.
- 8) J.I. Almeida, J.J. Javier, E. Mackay, C. Bautista, T.M. Proebstle First human use of cyanoacrylate adhesive for treatment of saphenous vein incompetence *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*, 1 (2013), pp. 174-180
- 9) Yang GK, Parapini M, Gagnon J, Chen JC. Comparison of cyanoacrylate embolization and radiofrequency ablation for the treatment of varicose veins. *Phlebology*. 2018;0(0):1-6.
- 10) Carroll C, Hummel S, Leaviss J, Ren S, Stevens JW, Cantrell A, et al. Systematic review, network meta-analysis and exploratory cost-effectiveness model of randomized trials of minimally invasive techniques versus surgery for varicose veins. *Br J Surg* 2014;101:1040-52.
- 11) Demirdaş E, Atılgan K, Çiçekçioğlu F, Erkoç MF. The Radiofrequency Ablation Therapy Results of our Newly-Established Bozok University Medicine Faculty Cardiovascular Surgery Centre *Bozok Med J* 2017;7(3):67-72
- 12) Frullini A, Cavezzi A. Sclerosing foam in the treatment of varicose veins and telangiectases: history and analysis of safety and complications. *Dermatol Surg* 2002;28:11-5.
- 13) Van den Bos R, Arends L, Kockaert M, Neumann M, Nijs ten T. Endovenous therapies of lower extremity varicosities: a meta-analysis. *J Vasc Surg* 2009;49(1):230-9.
- 14) Bozkurt AK, Yılmaz MF. A prospective comparison of a new cyanoacrylate glue and laser ablation for the treatment of venous insufficiency. *Phlebology* 2016;31(1S) 106-13.
- 15) Gale SS, Lee JN, Walsh ME, Wojnarowski DL, Comerota AJ. A randomized, controlled trial of endovenous thermal ablation using the 810-nm wavelength laser and the ClosurePLUS radiofrequency ablation methods for superficial venous insufficiency of the great saphenous vein. *J Vasc Surg* 2010;52: 645-50.

## VENÖZ YETMEZLİĞİ TEDAVİSİNDE ENDO VENÖZ LAZER ABLASYON; VAKA SERİSİ ENDO VENOUS LASER ABLATION IN THE TREATMENT OF VENOUS INSUFFICIENCY; CASE SERIES

**Zafer Cengiz ER**

Dr. Öğr. Üyesi, Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi A.D. (Sorumlu yazar)

**Fethi Sada ZEKEY**

Dr. Öğr. Üyesi, Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği A.D.

**Sameh ALAGHA**

Dr. Öğr. Üyesi, Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi A.D.

### ÖZET

**Amaç:** Kronik venöz yetmezlik nedeniyle vena saphena magna'da (VSM) Endo Venöz Lazer Ablasyon tedavisi uyguladığımız hastaların sonuçlarının incelenmesidir.

**Materyal ve metot:** Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Hastanesinde 2016 ile 2020 tarihleri arasında kronik venöz yetmezlik nedeniyle (KVY) safen ven lazer ablasyonu uyguladığımız hastalar çalışmaya dahil edildi. Renkli dopler ultrasonografi (RDUS) ile VSM çapı 5,5 mm üzeri ve safeno femoral reflü süresi 0,5 sn. den daha uzun olan 126 hastada 137 ekstremiteye Endo Venöz Lazer Ablasyon (EVLA) uyguladık. Hastaların işlem sonrası onuncu gün poliklinik muayenesi birinci ve altıncı aylarda RDUS tetkikiyle kontrolleri yapılarak değerlendirildi. Preop dönemde hastaların semptomları soruldu. Operasyon sonrası altıncı aydaki kontrollerinde semptomları tekrar sorularak, oluşan değişim için; iyileşme, hafif iyi, aynı ve artma tarzında bildirilen anket uygulandı. Uygulanan tedavini hastaların şikâyetlerindeki değişim ve dolayısıyla memnuniyetleri değerlendirilmeye çalışıldı.

**Bulgular:** Yaş ortalaması  $39,4 \pm 11,6$  ve ortalama safen çapı  $7,85 \pm 2,6$  idi. İşlem süresi ortalama  $35 \pm 8,6$  dk. ve işlem sonrası ortalama taburculuk zamanı  $89,17 \pm 12$  dk. oldu. Altı aylık takipte tam oklüzyon oranımız %96,36 olarak sonuçlandı. Postop birinci ay VSM'nin RDUS kontrolünde 2 hastada (%1,45) parsiyel rekanalizasyon, altı aylık sonraki RDUS kontrolünde 5 vakada (%3,64) VSM' da parsiyel rekanalizasyon oluştu. Vakalarımızda görülen komplikasyonlar 46 vakada ekimoz %33,57 ve 17 vakada %12,40 hematomdu. Derin ven trombozu ve pulmoner emboli gelişen hastamız olmadı. Dermatolojik hassasiyeti olan bir hastamızda işlem sonrası hafif cilt yanığı, 7 hastada (%5,10) selülit, 10 hastada (%7,29) flebit gelişip medikal olarak tedavisi sağlandı olup medikal tedavi ile geçti. Altı ay sonraki kontrolde, en fazla iyileşmede %63,50 ile 87 vakada ağrı hissinde tamamen geçme olarak tarif ederlerken, onu sırasıyla %59,09 ile kramp, %42,10 karıncalanma, %40,21 şişlik takip etti

**Sonuç:** Endovenöz tekniklerin gelişmesi ile EVLA yüksek oklüzyon düşük komplikasyon oranları, kısa işlem ve taburculuk süresiyle, konvansiyonel cerrahiye önemli alternatif olmuştur. KVY tedavisinde hasta memnuniyetini sağlamakta, gelişen teknolojiye rağmen sahada olan kısıtlılıkların ve komplikasyonların azaltılmasında uygun teknikle hasta seçimi, hasta eğitimi hâlihazırda önemini korumaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Endo Venöz Lazer Ablasyon, Venöz Yetmezlik

### Summary

**Purpose:** To examine the results of patients who have been treated with Endo Venous Laser Ablation in the vena saphena magna (VSM) due to chronic venous insufficiency.

**Materials and methods:** Patients who underwent saphenous vein laser ablation due to chronic venous insufficiency (CVI) at Bozok University Medical Faculty Research Hospital between 2016 and 2020 were included in the study. With color doppler ultrasonography (RDUS), the VSM diameter is above 5.5 mm and the safeno femoral reflux time is 0.5 seconds. We applied Endo Venous Laser Ablation

(EVLA) to 137 extremities in 126 patients who were taller than those. Patients were evaluated by outpatient clinic examination on the tenth day after the procedure and controls with CDUS examination in the first and sixth months. The symptoms of the patients were asked in the preoperative period. In the sixth month after the operation, the symptoms were asked again and for the change that occurred; The questionnaire, which reported improvement, slightly good, the same and increasing style, was applied. An attempt was made to evaluate the treatment applied, the change in the patients' complaints and therefore their satisfaction.

**Results:** The mean age was  $39.4 \pm 11.6$  and the mean saphenous diameter was  $7.85 \pm 2.6$ . The average procedure time is  $35 \pm 8.6$  minutes. and the mean discharge time after the procedure  $89.17 \pm 12$  min. happened. Our complete occlusion rate was 96.36% in the six-month follow-up. Partial recanalization occurred in 2 patients (1.45%) in the postoperative first month VSM control, and in 5 cases (3.64%), partial recanalization occurred in the VSM in 6 months later. The complications seen in our cases were ecchymosis 33.57% in 46 cases and hematoma 12.40% in 17 cases. No patient developed deep vein thrombosis or pulmonary embolism. In one of our patients with dermatological sensitivity, a mild skin burn, cellulite in 7 patients (5.10%), phlebitis in 10 patients (7.29%) developed after the procedure, and medical treatment was provided. At the control six months later, 63.50% of the cases described the pain as total relief in 87 cases, followed by cramping with 59.09%, tingling 42.10% and swelling 40.21%, respectively.

**Conclusion:** With the development of endovenous techniques, EVLA has become an important alternative to conventional surgery, with high occlusion rates, low complication rates, short procedure and discharge time. Ensuring patient satisfaction in the treatment of CVI, patient selection with appropriate technique and patient education are still important in reducing the limitations and complications in the field despite the developing technology.

**Keywords:** Endo Venous Laser Ablation, Venous Insufficiency

## GİRİŞ

Kronik venöz yetmezlik sık görülen bir hastalık olup erişkin popülasyonunda %25-50 oranlarında saptanmaktadır.<sup>(1)</sup> KVV en sık olarak VSM de %60 oranında görülmektedir.<sup>(2)</sup> KVV'nin en çok görülen semptomları bacakta ağrı, yorgunluk, yanma hissi, şişlik, kaşıntı ve karıncalanmadır ve bu semptomlar hastaların hayat kalitesini belirgin derecede bozar. KVV klinikte sadece kozmetik bir sorun olarak ortaya çıkabildiği gibi ülser gibi ciddi cilt problemlerine de neden olabilmektedir.<sup>(3,4)</sup> Tedavide temel prensip VSM 'ya olan reflüyü önleyerek, alt ekstremitede oluşan venöz staz, variköz venler, semptomlar ve kozmetik sorunları önlemektir. Klasik cerrahi dışında ablasyon, embolizasyon ve köpük skleroterapi olarak çeşitli tekniklerle işlemler yapılmaktadır. EVLA ile yapılan erken dönem VSM obliterasyon oranları %97-%100 arasında olup oldukça başarılı görünmektedir.<sup>(5)</sup> Çalışmamızda EVLA ile tedavi yapılan hastalarımızın tedavi sonuçlarını komplikasyonları ve hastaların semptomlarda olan değişimi ile olan memnuniyetlerinin aktarmayı amaçladık.

## MATERYAL VE METOD

Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniğinde Ekim 2016 - Mart 2020 tarihleri içinde KVV tanı, semptomu olan 126 hastada 137 ekstremitede çalışmaya alındı. VSM'de yetersizlik CEAP sınıflamasıyla C2-C6 arasında ve VSM çapı 5,5 mm üzeri, reflü süresi 0,5 sn. veya daha uzun olan, ileri seviyede tortivoze VSM olmayan vakalara EVLA uygulandı. Vakaların cinsiyet dağılımı kadın 74 (%58,8), erkek 52 (%41,2) ve yaş ortalaması  $39,4 \pm 11,6$  idi. Hastalar preop dönemde RDUS ile reflü varlığı ve VSM çapları açısından incelendi. Vaka demografik bilgiler tablo1 de belirtilmiştir.

|                 | n (%)      |
|-----------------|------------|
| CEAP sıralaması |            |
| C2              | 19(%13,86) |
| C3              | 83(%60,58) |
| C4              | 32(%23,34) |
| C5              | 3(%2,18)   |
| Hasta           | 126        |
| Kadın           | 74 (%58,8) |
| Erkek           | 52 (%41,2) |
| Yaş             | 39,4±11,6  |
| Ekstremitte     | 137        |
| Sağ Bacak       | 69(%50,36) |
| Sol Bacak       | 68(%49,63) |

Tablo 1 Demografik vaka verileri

Preop dönemde ağrı, şişlik, yorgunluk, kaşıntı, kramp, karıncalanma, uyuşma ve yanma olmak üzere semptomlar soruldu. Vakaların postop onuncu gün poliklinik muayenesiyle birinci ve altıncı aylarda RDUS tetkikiyle kontrolleri yapıldı. Altıncı ayda preop sorguladığımız semptomlar: İyileşme, hafif iyi, aynı ve artma tarzında bildirilen anket uygulandı. Çalışmada bulunma kriterleri; Yaşın  $\geq 17$  ile  $\leq 80$ , VSM reflü  $\geq 0,5$  saniye, VSM damar çapı  $\geq 5,5$  arası  $\leq 16$  mm ve CEAP sınıflaması C2 - C5. Çalışma harici olma kriterleri; DVT ve PE öyküsü, Tortiyoze VSM, vasküler genişlemenin 16 mm üzeri, periferik arter hastalığı mevcudiyeti ve gebelik. Cerrahi teknik; İşlem lokal anesteziyle dopler ultrason (DU) rehberliğinde uygulandı.

Genelde işlem kolaylığı nedeniyle iğne ponksiyona diz seviyesinden başlandı. Vazospazm veya diğer nedenlerle vasküler yapıya ulaşamadığında yaklaşık 6-12 cm proksimalden girişim yapıldı. Başarılı ponksiyon sonrası guide wire VSM da ilerletildi. İğne çıkarılıp, guide wire üzerinden EVLA'nın kılıf aparatı gönderildi. Safeno femoral bileşkenin 2 cm distalinden başlayacak şekilde konumlandırıldı. Ultrason eşliğinde yer tespiti sağlandı. Akabinde lazer fiberi yerleştirildi. DU de yeri görülerek, tümesan anesteziyi oluşturan; epinefrin, bikarbonat ve lidokainden müteşekkil mayi ven etrafına verildi. Tümesan anestezi; ağrıyı azaltmasının yanında venöz damar etrafındaki yapıları korur ve lazerden kaynaklı enerjinin ven duvarındaki temas alanının artmasına katkı sağlar.<sup>(6)</sup> Aralıklı tetikleme ortalama 0,5 cm. ven uzaklıklarında, 1 sn. süreli 12 W uygulandı. Prosedürün tamamlanması sonrası elastik bandajla alt ekstremitte sarılarak kompresyon sağlandı.

## BULGULAR

İşlem yapılan ortalama VSM çapı  $7,85 \pm 2,6$  mm olduğu tespit edildi. Vakaların KVV skorlaması CEAP C2-C5 arasında idi. Ortalama işlem zamanı  $35 \pm 8,6$  dk. Ve işlem sonrası taburculuk zamanı  $89,17 \pm 12$  dk. En fazla görülen komplikasyonlar 46 vakada ekimoz %33,57 ve 17 vakada %12,40 hematomdu. Derin ven trombozu ve pulmoner emboli gelişen hastamız olmadı. Dermatolojik hassasiyeti olan bir hastamızda işlem sonrası hafif cilt yanığı, 7 hastada (%5,10) selülit, 10 hastada (%7,29) flebit gelişip medikal olarak tedavisi sağlandı. İşlem sonrası onuncu gün kontrolünde rekanize ven yoktu. İşlem sonrası birinci ayda 2(%1,45) hastada parsiyel rekanilize VSM, altı aylık sonraki RDUS kontrolünde 5 vakada (%3,64) VSM 'de parsiyel re kanalizasyon oluşmuştu. Bulgular ve komplikasyonlar tablo 2 de görülmektedir.

|                                    | n, (%)      |
|------------------------------------|-------------|
| VSM işlem endikasyon çap Ort. (mm) | 7,85±2,6    |
| Reflü süresi (sn.)                 | 3,5±1,2     |
| İşlem süresi Ort. (dk.)            | 35±8,6      |
| Hematom                            | 17(% 12,40) |
| Flebit&Tromboflebit                | 10(% 7,29)  |
| Selülit                            | 7 (% 5,10)  |
| Lokal apse                         | 3 (% 2,18)  |
| Yanık                              | 1 (% 0,72)  |
| Ekimoz                             | 46(% 33,57) |
| Parestezi                          | 12(% 8,75)  |
| Rekanalize ven                     | 5 (% 3,64)  |

Tablo 2 Bulgular ve komplikasyonlar

İşlem öncesi semptomlar sorgulandığında vakaların tamamında ağrı olduğu tespit edildi. Kramp şikâyeti % 80,29 ile 65 hastada şişlik ise % 67,15 ile 92 hastada mevcuttu. Altı ay sonunda yapılan kontrol muayenesinde, preop dönemde sorulan sekiz semptom karşılaştırıldığında, hasta şikâyetlerinde bariz azalma olduğu anlaşıldı. En fazla iyileşme %63,50 ile 87 vakada ağrı hissinde tamamen geçme olarak hastalar tarif ederlerken, onu sırasıyla %59,09 ile kramp, %42,10 karıncalanma, %40,21 şişlik takip etmekteydi. Kısmen iyileştğini belirttikleri semptomlarda ise % 58,33 uyuşma hissi en fazla olurken onu sırasıyla %52,17 ile şişlik takip etmekteydi. İki hasta kaşıntı ve bir hastada kramp şikâyetinin arttığını bildirdi. Bu vakalardan krampin hastada aynı zamanda mevcut olan bel fitiğine, kaşıntının ise diyabete sekonder tinea enfeksiyona sekonder geliştiği yapılan araştırma sonucu anlaşıldı. Semptomlar ve iyileşme oranları tablo3 de görülmektedir.

| Preop Semptomlar<br>n (%)  | Postop 6. Ay<br>Tam İyileşme<br>n (%) | Postop 6. Ay<br>Parsiyel İyileşme<br>n(%) | Postop 6. Ay<br>Farksız<br>n(%) | Postop 6. Ay<br>Artma<br>n(%) |
|----------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------|
| Ağrı<br>137(%100)          | 87 (%63,50)                           | 43(%31,38)                                | 7(%5,10)                        | -                             |
| Kramp<br>110(%80,29)       | 65 (%59,09)                           | 32(%29,09)                                | 12(%10,90)                      | 1(%0,90)                      |
| Şişlik<br>92(%67,15)       | 37(%40,21)                            | 48(%52,17)                                | 7(%7,60)                        | -                             |
| Kaşıntı<br>39(%28,46)      | 14(%35,89)                            | 9(%23,07)                                 | 14(%35,89)                      | 2(%5,12)                      |
| Yorgunluk<br>57(%41,60)    | 20(%35,08)                            | 22(%38,59)                                | 15(%26,31)                      | -                             |
| Karıncalanma<br>19(%13,86) | 8(%42,10)                             | 5(%26,31)                                 | 6(%31,57)                       | -                             |
| Yanma<br>26(%18,97)        | 5(%19,23)                             | 12(%46,15)                                | 9(%34,61)                       | -                             |
| Uyuşma<br>12(%8,75)        | 2(%16,66)                             | 7(%58,33)                                 | 3(%25,00)                       | -                             |

Tablo 3 Semptomlar ve iyileşme oranları

## TARTIŞMA

KVY toplumunda sık görülen morbidite ve iş gücü kaybına yol açan bir hastalıktır. (7) Günümüzde tedavide konvansiyonel cerrahiye alternatif olarak minimal invaziv teknikler kullanımı yaygınlaşmaktadır. EVLA tedavisi cerrahi tedaviye göre uygulama kolaylığı, postop dönemde iş gücüne kayıp süresinin az olması nedeni tercih edilmektedir. Vaka serimizde işlem süresi ortalama  $35 \pm 8,6$  dk. taburculuk zamanı 89,17 dk. olup hastaların % 98'i aynı gün taburcu edildi. Kliniğimize başvurup, KVY' li operasyon endikasyonu olan hastaların önemli bir kısmında, lazerle opere olma talebi gözlemlenmiştir. Bununla beraber, EVLA'nın kateter aracılı bir işlem olması, ileri derecede tortiyoze vakalarda kullanımını kısıtlamaktadır. Seçilmiş vakalarda, tedavi etkinliği açısından başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Van den Bremer'in 323 vakada 403 alt ekstremitede yapılan EVLA işleminde 6 haftalık takibin sonucunda, VSM'de %93,7 oranın da tam oklüzyon, %4 oranın da kısmi oklüzyon ve %2,3 oranın da ise rekanalizasyon bildirmiştir. (8) Vaka serimizde operasyon sonrası 4 hafta sonraki takip sonucunda 2 hastayla %1,45 parsiyel rekanalize VSM, altı aylık sonraki RDUS kontrolünde 5 vakada %3,64 VSM 'de parsiyel rekanalizasyon saptandı. VSM'nin Endovenöz termal ablasyonuna bağlı komplikasyonlar nadir olsada görülmektedir. DVT görülme sıklığı (%1-3), tromboflebit görülme sıklığı (%1-2) duyu sinirlerinde hasar oluşma sıklığı (%1-3), ciltte hiperpigmentasyon oluşma sıklığı (%1-2), cilt yanığı oluşma sıklığı (%1'in altında) olarak bildirilmiştir. (9) Bizim komplikasyonlarımızda, pulmoner emboli, DVT gelişmedi. EVLA işleminde tatbik edilmesi gereken enerji seviyesiyle ilgili farklı görüşler mevcuttur. Theivacumar ve ark. yaptığı çalışmada, verilen enerjinin ort. seviyesi 48 J/cm olduğunda 599 adet VSM'de tam oklüzyon, 37 J/cm ortalama enerji seviyesi verildiğinde 45 VSM'de parsiyel obliterasyon yada rekanalize damar tespit ettiler. (10,11) Enerji miktarının VSM'nin oklüzyon ile tedavisinin başarısında temel faktör olduğu, 60 J/cm üzerinde enerji ile en iyi sonucun elde edileceğini bildirdiler. Vaka serimizde uygulanan enerji miktarı ort. 91,7 J/cm (65-119 J/cm) oldu. Bununla beraber hassas dermal yapısı olan bir hastada, minör cilt yanığı gelişti. Medikal tedavi ile düzeldi. EVLA tedavisinde oluşan minör komplikasyonlar olan ekimoz ve cilt yanığının önlenmesinde uygulanan enerji gücünün bireyselleştirmenin faydalı olduğunu düşünmekteyiz.

En sık görülen işlem sonraki ilk iki hafta süresince görülen komplikasyonlar 46 vakada ekimoz %33,57 ve 17 vakada %12,40 hematomdu. Altı aylık takipte tam oklüzyon oranımız %96,36 olarak sonuçlandı. Hastalar açısından tedaviye karar verirken kozmetik sorunlar ve semptomlar önemli yer tutmaktadır. (12) Çalışmamızda işlem öncesi ve sonrası yaptığımız semptom sorgulamasında en fazla görülen şikâyet ağrı olup hemen tüm vakalarda mevcuttu. Altı ay sonraki kontrolde, en fazla iyileşmede %63,50 ile 87 vakada ağrı hissinde tamamen geçme olarak tarif ederlerken, onu sırasıyla %59,09 ile kramp, %42,10 karıncalanma, %40,21 şişlik takip etti. İki hasta kaşıntı ve bir hastada kramp şikâyetinin arttığını bildirdi. Bu vakalardan krampın hastada aynı zamanda mevcut olan bel fıtığına, kaşıntının ise diyabete sekonder tinea enfeksiyona sekonder geliştiği yapılan araştırma sonucu anlaşıldı. Hasta memnuniyetinin saptanmasında semptomların kaynağının belirlenerek hastaların aydınlatılmasının önemli olduğunu düşünmekteyiz. Zira KVY hasta grubunun önemli bölümünde obesiteye bağlı metabolik sendromun getirdiği mix hastalıklar beraber seyredabilmektedir. Bu hastalarda romatolojik, diyabetik yada muskuler ağrı ve şikâyetler venöz yetmezlikle ağrıları ile karışmaktadır. Hastaların tüm şikâyetlerinin işleme ortadan kalkacağı beklentisinin sağlanamaması, hayal kırıklığı ve memnuniyet azalmasına yol açabilmektedir. Biz hastaların operasyon öncesi, bu konuda bilgilendirerek operasyon kararının alınmasının önemli olduğunu düşünmekteyiz.

## SONUÇ

Endovenöz tekniklerin gelişmesi ile EVLA yüksek oklüzyon düşük komplikasyon oranları, kısa işlem ve taburculuk süresiyle konvansiyonel cerrahiye önemli alternatif olmuştur. KVY tedavisinde hasta memnuniyetini sağlamakta, gelişen teknolojiye rağmen sahada olan kısıtlılıkların ve komplikasyonların azaltılmasında uygun teknikle hasta seçimi, hasta eğitimi hâlihazırda önemini korumaktadır.

## KAYNAKLAR

- 1) Kelleher D, Lane TR, Franklin IJ, Davies AH. Treatment options, clinical outcome (quality of life) and cost benefit (quality-adjusted life year) in varicose vein treatment. *Phlebology* 2012; 27: 16-22.
- 2) Scott TE, La Morte WW, Gorin DR, Menzoian JO. Risk factors for chronic venous insufficiency: a dual case-control study. *J Vasc Surg* 1995;22(5):622-8.
- 3) Chiesa R, Marone EM, Limoni C, Volontè M, Petrini O. Chronic venous disorders: correlation between visible signs, symptoms and presence of functional disease. *J Vasc Surg* 2007; 46:322.
- 4) Demirdaş E, Atılğan K, Çiçekçioğlu F, Erkoç MF. The Radiofrequency Ablation Therapy Results of our Newly-Established Bozok University Medicine Faculty Cardiovascular Surgery Centre Bozok Med J 2017;7(3):67-72
- 5) Proebstle TM, Gul D, Lehr HA, Kargl A, Knop J. Infrequent early recanalization of greater saphenous vein after endovenous laser treatment. *J Vasc Surg* 2003;38(3):511-6.
- 6) Van Den Boss RR, Kockaert MA, Neumann HA, Nijsten T. Technical review of endovenous laser therapy for varicose veins. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008;35:88-95.
- 7) Jeanneret C, Karatolios K. Varicose veins: A critical review of the definition and the therapeutical options. *Vasa* 2011; 40: 344-58.
- 8) Van den Bremer J, Joos ten PP, Hamming JF, Moll FL. Implementation of endovenous laser ablation for varicose veins in a large community hospital: the first 400 procedures. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2009;37(4):486-91.
- 9) Gale SS, Lee JN, Walsh ME, Wojnarowski DL, Comerota AJ. A randomized, controlled trial of endovenous thermal ablation using the 810-nm wavelength laser and the ClosurePLUS radiofrequency ablation methods for superficial venous insufficiency of the great saphenous vein. *J Vasc Surg* 2010;52: 645-50.
- 10) Theivacumar NS, Dellagrammaticas D, Beale RJ, Mavor AI, Gough MJ. Factors influencing the effectiveness of endovenous laser ablation (EVLA) in the treatment of great saphenous vein reflux. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008;35(1):119-23.
- 11) Bozoğlan O. ve ark. Büyük Safen Ven Varislerinin Tedavisinde Endovenöz Lazer Ablasyon: Üç Yıllık Deneyimlerimiz
- 12) Basel H, Aydın C, Ay Y, İnan B, Ekim H, Goya C, Bilgin M. Endovenous laser ablation (EVLA) versus high ligation and stripping (HL/S): Two-years follow up *Eastern Journal of Medicine* 17 (2012) 83-87

## WAVE HEIGHT ESTIMATION WITH FLOW SPEED BY USING ELM AND ANN METHODS

**Narin KARABULUT**

PhD. Student, Firat University, Faculty of Technology, Department of Mechatronics Engineering,

(corresponding author)

**Yagmur OLMEZ**

Research Assistant, Firat University, Faculty of Technology, Department of Mechatronics Engineering,

**Gonca OZMEN KOCA**

Associate Professor, Firat University, Faculty of Technology, Department of Mechatronics Engineering,

**Sengul DOGAN**

Associate Professor, Firat University, Faculty of Technology, Department of Digital Forensics Engineering,

### ABSTRACT

Wave height estimation is a critical factor in the efficient operation of many offshore and coastal engineering activities. A machine learning framework is developed to estimate ocean wave conditions. By supervised training of machine learning models on many thousands of iterations of a physics based wave model, representations of significant wave heights can be used to estimate ocean conditions. In this study, estimation of wave height has been proposed to obtain with a single parameter which is the flow speed and contains the same physical effects at different deep. Extreme Learning Machine (ELM) and Artificial Neural Network (ANN) models have been studied by using different values of the specified parameter for buoy of Mediterranean Sea in Turkey. Various evaluation criteria (*R\_square*, RMSE, MSE and MAE) have also been used to validate the performance of the wave height estimation. The best results are obtained as 0.941 and 0.889 of *R-square* values for ELM and ANN by considering all input parameters, respectively. The best RMSE values are achieved as 0.044 and 1.490 for ELM and ANN, respectively. It was seen that the calculation time was higher in ANN method than ELM. In order to better observe the difference between the examined and predicted values, a graphic drawing has realized. In addition, a scatter plot has drawn to show the estimated values in a specific area. Considering the results in general, wave height estimation has been realized using the flow speed parameter at four different depths of the sea and it was seen that ELM method provides better performance than ANN, among these estimation methods.

**Keywords:** Wave height, flow speed, ELM, ANN

### 1. Introduction

Wave height data are essential for wave analysis and ocean wave estimate and valuable in global wave climatology. Besides, coastal development involving structures or marine renewable energy rely on this information to make design decisions. Recently, studies in the wave height estimation using different machine learning methods have gained speed. The importance of good estimates of wave patterns for the construction of maritime structures has been highlighted by many researchers [1,2]. Kumar et al. have evaluated the use an ensemble of ELM for ocean wave height estimation. Besides, the performance is evaluated in comparison with ELM, Online Sequential ELM, and Support Vector Regression (SVR) [3]. Mumtaz Ali and Ramendra Prasad have investigated significant wave height estimation by an ELM model integrated with improved complete ensemble empirical mode decomposition [4]. Castro et al. have proposed performance of artificial neural networks in wave power prediction. Significant wave height, energy period and mean wave direction have used for prediction of wave power as input variable. The input data have taken at one hour intervals for along thirteen years [5]. Desouky and Abdelkhalik

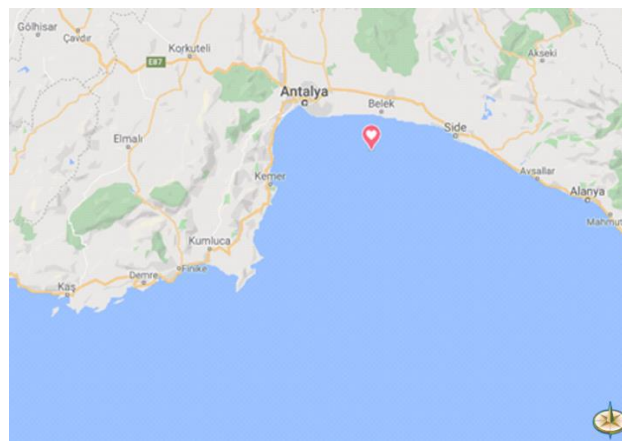


have worked estimation of wave surface height at a certain location using nonlinear autoregressive with exogenous (NARX) network and input data from ahead sensor [6]. Hadadpour et al. have presented wave energy forecasting using artificial neural networks. The significant wave height and the peak wave period have used as inputs and the outputs have obtained using two different methods. Firstly, significant wave height and the peak wave period have forecasted separately. Secondly, the wave energy flux has forecasted directly [7]. Ciortan and Rusu have studied on estimation of wave power using artificial neural networks. Besides, they have taken as input data the wind speed values recorded for different time periods [8]. In this study, ELM method was chosen for wave height estimation and compared with ANN method. For the estimation of the wave height, in six months of 2015, it is provided for every hour of the day by using flow speed at the depths of 5, 10, 15 and 20 meters on the buoy in the Mediterranean Sea. The results of the wave height estimation were evaluated with various performance criteria. The best R- Squared value was found to be 0.941 for ELM and 0.889 for ANN.

## 2. Data and Method

### 2.1 Wave Data Properties

The data set was gathered by Turkish State Meteorological Service in station number of 17393 at  $36^{\circ}43'04.6''N$   $31^{\circ}00'57.6''E$  as seen in Figure 1. Used data belongs to 24-hour period of 6 months (April, May, June, July, August, September) of year 2015. The characteristics feature of buoys; distance to land of buoy 12.8 km, buoy weight 980 kg and depth 330 m. Besides, this study is applied intel Core i7-8750H central processing unit by the Matlab R2019a with a laptop computer which has 16 GB RAM.



**Figure 1.** The location of buoy which is Antalya Sea Region [<https://maps.google.com>]

The statistical properties of the parameters in the used dataset are indicated in **Table 1**.

**Table 1.** Statistical parameters of the measured input and output variables.

| Buoy  | Parameters | Min. | Max.  | Std.  | Variance | Median | Average |
|-------|------------|------|-------|-------|----------|--------|---------|
| 17393 | $FS_5$     | 0    | 68.30 | 11.15 | 124.40   | 14.40  | 16.90   |
|       | $FS_{10}$  | 0    | 73.50 | 11.40 | 130.17   | 13.80  | 16.35   |
|       | $FS_{15}$  | 0    | 73.20 | 11.44 | 130.95   | 13.90  | 16.56   |
|       | $FS_{20}$  | 0    | 78    | 11.44 | 130.89   | 13.40  | 16.43   |
|       | $H_s$      | 0.04 | 1.89  | 0.20  | 0.04     | 0.26   | 0.31    |

The table shows the minimum, maximum, range, standard deviation, variance, median, average of the selected data points. Output data of buoy that contain observed wave height ( $H_s$ ) and flow speed (m/s)

at 5, 10, 15, 20 meters deep represented as  $FS_5$ ,  $FS_{10}$ ,  $FS_{15}$ ,  $FS_{20}$  are illustrated with the number of samples. The data set for buoy consists of 4328 samples.

## 2.2 Extreme Learning Machine

Extreme Learning Machine (ELM) is a novel and very fast learning method based on the structure of multi-layer perceptron. It has been recently proposed, and it has shown great performance in classification and regression problems.

Assuming that  $(x_i, y_i)$  expressed as the training data set,  $N$  is the number of hidden nodes. The output function of an ELM is expressed as:

$$f(x) = \sum_{i=1}^N \beta_i \cdot g(w_i \cdot x_j + b_i) = t_j \quad (1)$$

where,  $w_i$ ,  $\beta_i$ ,  $b_i$ ,  $g(x)$  denote the input weights, output weights, input biases and activation function, respectively.  $x_j = [x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jL}]$  is the input data and  $t_j = [t_{j1}, t_{j2}, \dots, t_{jL}]$  is the expected output.  $N$  is the number of hidden nodes and  $L$  is the number of samples. The output function of an ELM can be stated in another way by:

$$H \cdot \beta = T \quad (2)$$

where,  $\beta = [\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_N]^T$  is the output weights vector between the output node and  $N$  nodes of hidden layer.  $T = [t_1, t_2, \dots, t_N]^T$  is the expected output nodes vector and the output matrix of hidden layer is defined as;

$$H = \begin{bmatrix} h_1(x_1) & \dots & h_N(x_1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ h_1(x_L) & \dots & h_N(x_L) \end{bmatrix} \quad (3)$$

where,  $H$  is the hidden layer output matrix. The  $\beta$  of ELM can be calculated according to [9].

$$\beta = H^{-1} \cdot T \quad (4)$$

## 2.3 Artificial Neural Network

An ANN works like a biological neural network of the human brain and provides mathematical models for cognition [10]. It is a soft computing tool which treats the human brain as its role model and mimics the ability of the human mind to effectively employ modes of reasoning and/or pattern recognition that is approximate rather than exact. The mapping of input and output to the required accuracy is done by using an iterative procedure for minimizing the error between the observed and network predicted variables.

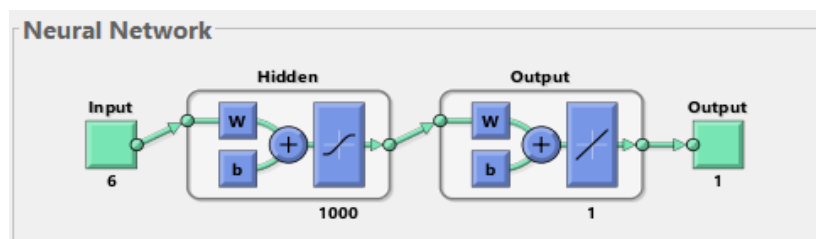


Figure 2. ANN model for the proposed network.

In dataset, there is six inputs ( $D, M, FS_5, FS_{10}, FS_{15}, FS_{20}$ ) and an output wave height (WH) and for 1298 number of samples as shown in the **Figure 2**.

### 3. Analysis

The performance of the  $H_S$  estimation, various performance evaluation criteria ( $R^2, MSE, RMSE, MAE$ ) are also utilized as in literature [11]. The mathematical definition of these parameters are shown in **Equation (6) - (9)** as;

$$R\_Square = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (H_{obs_i} - H_{est_i})^2}{\sum_{i=1}^n (H_{obs_i} - \bar{H})^2} \quad (6)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (H_{obs_i} - H_{est_i})^2 \quad (7)$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (8)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |H_{obs_i} - H_{est_i}| \quad (9)$$

where,  $n$  is length of output,  $H_{obs}$  represents real outputs,  $H_{est}$  is predicted outputs and  $\bar{H}$  is average value of the real outputs.

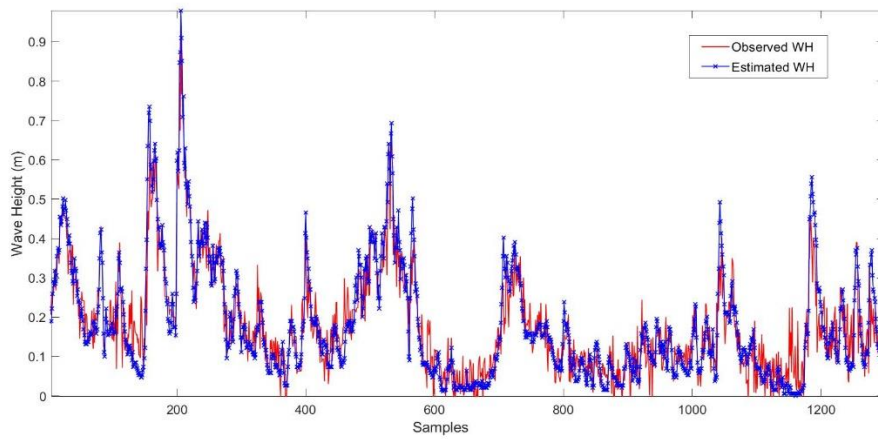
### 4. Result and Discussion

In this study, the effect of ELM and ANN learning algorithms on the estimation of the wave height is investigated. In ELM model, number of maximum epoch ( $M_e$ ) is taken as 1000 and 'tribas' is used as activation function. In ANN model, maximum training time is infinite, performance goal is equal zero, minimum gradient  $10^{-7}$  and maximum validation checks is 6. In both methods, the number of hidden neurons was taken as 1000. The dataset is normalized before training process using min-max normalization method. The performance criteria obtained as a result of the analysis are shown in the **Table 2**.

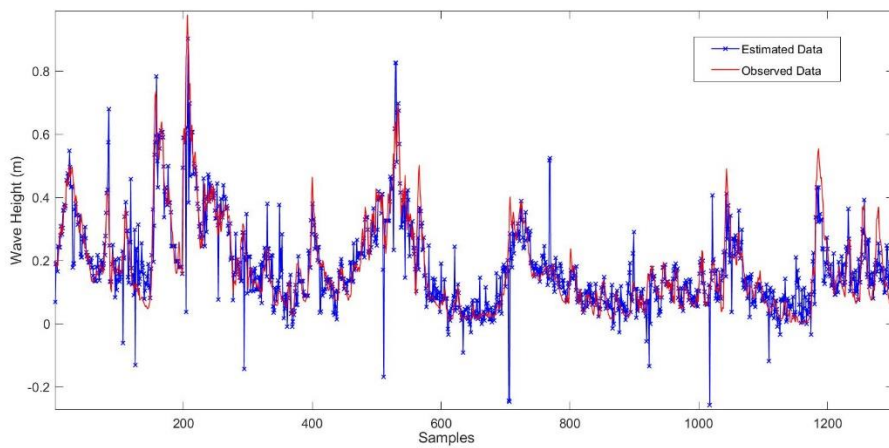
**Table 2.** The best performances for ELM and ANN algorithms.

|            | <i>R-Square</i> | <i>RMSE</i> | <i>MSE</i> | <i>MAE</i> | <i>M<sub>e</sub></i> | <i>tic-toc (s)</i> |
|------------|-----------------|-------------|------------|------------|----------------------|--------------------|
| <i>ELM</i> | <b>0.941</b>    | 0.044       | 0.002      | 0.024      | 1000                 | 0.459              |
| <i>ANN</i> | 0.889           | 1.490       | 2.980      | 0.002      | 1000                 | 105.117            |

Looking at the results of the analysis, ANN method is shown best *R-square* value as 0.889 and ELM method has also shown best *R-square* value as 0.941. According to **Table 2**; while *RMSE* value for ELM is result as 0.044, this value with ANN is increased to 1.490. When look at the operating time, ELM and ANN have 0.459 s and 105.117 s, respectively. The observed ( $H_{obs}$ ) and estimated ( $H_{est}$ ) wave heights are presented in **Figure 3** with graphical representation during six months of the 2015.



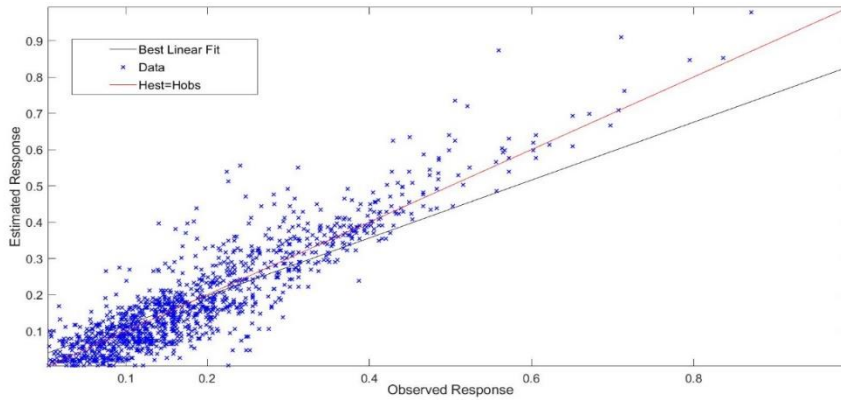
(a)



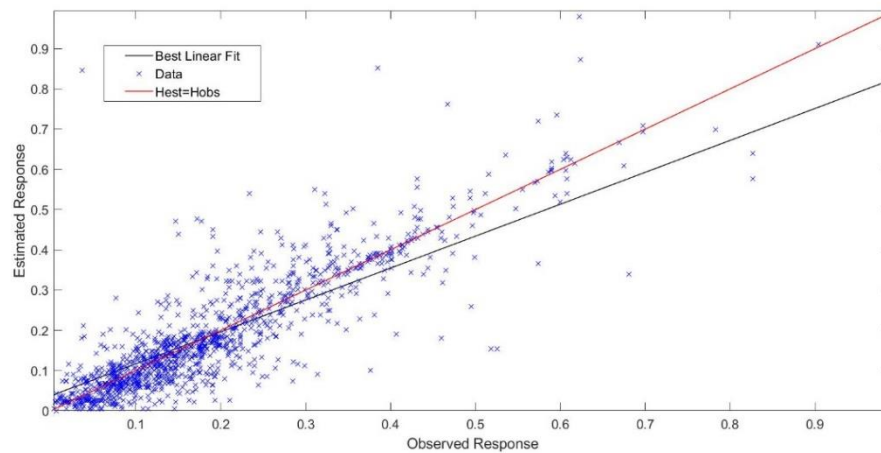
(b)

**Figure 3.** Comparison of the estimated and observed wave heights (a) ELM and (b) ANN method.

The comparisons between estimated and observed wave heights for ELM and ANN methods are presented with scatter plots in **Figure 4**. In these results, a scatter plot is well distributed along the best-fit line that shows estimated values at specific space. For ELM method, the equation of the best-fit line can be approximately expressed by  $H_{est} = 0.882H_{obs} + 0.024$  as seen in the **Figure 4(a)**. The equation of the best-fit line is also approximately  $H_{est} = 0.793 H_{obs} + 0.037$  for ANN method as seen in the **Figure 4(b)**.



(a)



(b)

**Figure 4:** Scatter plots for (a) ELM and (b) ANN method.

## 5. Conclusion

Wave height estimation is generally performed with different physical effects such as water temperature, daily temperature, daily humidity, wind speed, using the input parameters obtained. In this study, we realized an estimation of wave height using four different depths of flow speed. The best results are obtained as  $0.941$  and  $0.889$  R-square values for ELM and ANN by considering all input parameters. Although the number of hidden neurons was taken as  $1000$  in both methods, it was seen that the *R-square* value increased with the ELM method compared to the ANN method. At the same time, it was seen that the calculation time was higher in ANN method than ELM.

## Referances

- [1] Ti, Z., Zhang, M., Wu, L., Qin, S., Wei, K., & Li, Y. (2018). Estimation of the significant wave height in the nearshore using prediction equations based on the response surface method. *Ocean Engineering*, 153, 143-153.
- [2] Asoodeh, M., Shadizadeh, S. R., & Zargar, G. (2015). The Estimation of Stoneley Wave Velocity from Conventional Well Log Data: Using an Integration of Artificial Neural Networks. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 37(3), 309-317.
- [3] Kumar, N. K., Savitha, R., & Al Mamun, A. (2018). Ocean wave height prediction using ensemble of extreme learning machine. *Neurocomputing*, 277, 12-20.
- [4] Ali, M., & Prasad, R. (2019). Significant wave height forecasting via an extreme learning machine model integrated with improved complete ensemble empirical mode decomposition. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 281-295.
- [5] Castro, A., Carballo, R., Iglesias, G., & Rabuñal, J. R. (2014). Performance of artificial neural networks in nearshore wave power prediction. *Applied Soft Computing*, 23, 194-201.
- [6] Desouky, M. A., & Abdelkhalik, O. (2019). Wave prediction using wave rider position measurements and NARX network in wave energy conversion. *Applied Ocean Research*, 82, 10-21.
- [7] Hadadpour, S., Etemad-Shahidi, A., & Kamranzad, B. (2013, November). Wave energy forecasting using artificial neural networks in the Caspian Sea. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Maritime Engineering* (Vol. 167, No. 1, pp. 42-52). Thomas Telford Ltd.
- [8] Ciortan, S., & Rusu, E. (2018). Prediction of the wave power in the Black Sea based on wind speed using artificial neural networks. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 51, p. 01006). EDP Sciences.
- [9] G.-B. Huang, Q.-Y. Zhu, and C.-K. Siew, "Extreme learning machine: Theory and applications," *Neurocomputing*, vol. 70, no. 1, pp. 489–501, 2006.
- [10] Haykin, S. (1994). *Neural networks: a comprehensive foundation*. Prentice Hall PTR.
- [11] Abdollahzadehmoradi, Y., Özger, M., & Altunkaynak, A. (2019). Optimized Numerical Model Based Assessment of Wave Power Potential of Marmara Sea. *Journal of Ocean University of China*, 18(2), 293-304.

## COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN BİYO SİPERLİKLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

EXAMINATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF BIO VISORS PRODUCED BY  
ADDITIVE MANUFACTURING METHOD DURING THE COVID-19 PANDEMIC PROCESS

**İsmail TOPCU**

Dr. Öğr. Üyesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme  
Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Dünya genelinde yaşarken tanık olduğumuz ve bütün dünyayı etkileyen Yeni Tip Covid-19 bütün dünyada olduğu gibi ülkemizi de derinden etkilemiştir. Bu kapsamda salgının hızını azaltmak, tedavilerin aksamaması ve salgından daha az insanın etkilenmesi için virüsün enfekte biçimine bağlı olarak polimer tabanlı siperlikler tasarlanmıştır. Bu kapsamda özellikle tedavi sürecinde virüsle karşı karşıya kalan ve çok yoğun çalışan sağlık çalışanlarının izole edilmesi için çözümlerin üretilmesi gerekmektedir. Eklemeli imalat yöntemi ile üretilen ekipmanların tamamı Yeni Tip Koronavirüs testleri esnasında, sağlık personelinin maksimum seviyede korunması amaçlandı. Tüm hastane ve sağlık personeli için çok önemli olan ve hasta ile yüz yüze çalışırken personeli aerosollerden koruyacak biyo siperlikler için daha güncel ve fonksiyonel farklı ölçüler ve tasarımlar yapıldı. Bu çözümlerin en önemli özelliği çok çabuk tasarlanıp üretilmesi, fonksiyonel olması, biyo uyumlu ve kolay üretiliyor olmasıdır. Eklemeli imalat ile (3D yazıcılar) üretimleri yapılan siperliklerin ihtiyaç sahiplerine ulaştırılması gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda da sağlık personelleri için üretilen üç ayrı tip siperliğin mekanik özellikleri incelenmiştir. İncelemeler neticesinde aynı üründe boyutlar ve kalınlıkların artırılması ile artırılan dayanıklılığın baskı hızı düşürülmesi ve hassasiyetin 0.1 mikrona çekilebilmesi ile farklı mekanik özelliklerin elde edildiği gözlemlenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda üretilmiş olan biyo siperliklerden en iyi mekanik özellikler KS140 siperliklerinden elde edilmiştir. Sırası ile aynı yöntem ile üretilmiş olan ve karşılaştırmaya tabi olan diğer modellerden KS100 ve US100 tip modelleri olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Eklemeli imalat, siperlik, covid19

### ABSTRACT

The New Type Covid-19, which we witnessed while living around the world and affected the whole world, has deeply affected our country as it does all over the world. In this context, polymer-based visors have been designed depending on the infected form of the virus in order to reduce the speed of the epidemic, prevent the treatment and to affect less people from the epidemic. In this context, solutions should be produced to isolate healthcare workers who are exposed to the virus and working very intensively, especially during the treatment process. All of the equipment produced with the additive manufacturing method was aimed to protect the healthcare personnel at the maximum level during the New Type Coronavirus tests. More up-to-date and functional different measurements and designs have been made for bio visors, which are very important for all hospitals and healthcare personnel and will protect the personnel from aerosols while working face to face. The visors produced by additive manufacturing (3D printers) were delivered to those in need. In our study, the mechanical properties of three different types of visors produced for healthcare personnel were examined. As a result of the investigations, it was observed that different mechanical properties were obtained in the same product by increasing the dimensions and thicknesses, decreasing the printing speed and reducing the sensitivity to 0.1 micron.

The best mechanical properties of the bio visors produced as a result of the studies were obtained from the KS140 visors. The KS100 and US100 type models, which were produced by the same method and were subject to comparison, respectively.

**Keywords:** Additive manufacturing, visor, covid19

## 1.GİRİŞ

İmalat yöntemleri ihtiyaçları karşılamak üzere sürekli gelişme göstermiştir. Bu gelişme sürecinde, bilim de etkili olmuş ve teknoloji olarak adlandırılmıştır. Teknoloji, insanlığa daha iyi bir hayat sürmesi için gerekli olan ürünleri sağlamaktadır. Dolayısıyla bu ürünlerin temini imalat yoluyla gerçekleşmektedir. Teknolojiyi mümkün kılan temel faktör imalat olarak adlandırılabilir. Teknoloji, artan ihtiyaçlar, kalite, maliyet ve zaman gibi kavramların da etkisi ile sürekli gelişerek devam etmektedir [1]. Eklemeli imalat olarak adlandırılan bu yöntemde üretim, geleneksel imalat yöntemlerinde olduğu gibi hammadde üzerinde talaş kaldırılarak malzeme eksiltme suretiyle değil tam tersine üretimde kullanılacak hammaddenin katman katman birbiri üzerine eklenmesi ile gerçekleşmektedir. Dolayısıyla yöntem, hammaddenin efektif ve verimli bir biçimde kullanımına imkân sağlayarak, artık malzeme miktarını minimuma indirmekte, gerekli miktarda malzeme kullanımı ile hedef parça üretimi gerçekleştirilmektedir [2].

Eklemeli üretim (AM) en çok havacılık, otomotiv, yarı iletken veya biyomedikal uygulamalar gibi endüstriyel alanlarda kullanılabilecektir. Farklı bileşenlerin üretiminde gelecek vaat eden alanlarda karmaşık yapıları prototipler, karmaşık işlevsellikler sahip geometriler ve farklı önemli konularda devrim yaratıyor [3-11]. Eklemeli imalat, döküm ve işleme gibi geleneksel üretim tekniklerinden farklıdır. Karmaşık şekilleri büyük bir esneklikle işleme yeteneği ve tipik atık olmadan imalatlar gerçekleşmektedir [10-12]. Farklı AM teknikleri olarak, 3D baskı tabanlı erimiş filament imalatı (FFF) termoplastik kullanarak düşük erime sıcaklığına sahip polimerler gerçekleşir. Hızlı katılma süreleri yöntemin basitliği, nispeten düşük maliyeti ve düşük malzeme israfı ile avantaj sağlamaktadır [3, 8, 11]. Çok farklı eklemeli üretim yöntemleri vardır. Bunlar; erimiş filament imalatı gibi teknolojiler ve süreçler (FFF), elektron ışını eritme (EBM), stereo litografi (SLA), seçici lazer eritme (SLM), seçici lazer sinterleme (SLS), mürekkep püskürtmeli baskı, lamine nesne imalat (LOM) gibi teknolojiler ve süreçlerdir [3-8]. Tüm teknolojiler bazı farklı süreçlere sahiptir. Mesela SLS teknolojisinde üretimde toz bazlı malzemeler kullanılabilir, FFF teknoloji sağlam malzemeler kullanır. AFFF teknolojisi masa üstü 3D'nin genişletilmesiyle daha çok tercih edilen 3D yazıcılarıdır. Geleneksel olarak üretilen ürünler olmasına rağmen yöntemlerin arzu edilen özellikleri söz konusudur. Karmaşık olarak tasarlanan ürünlerin imalatı ve maliyeti daha yüksektir. İşlemler kademeli olduğundan işgücü ve para kaybı yüksektir [12, 13]. 3D baskı bu sorunları çözer. Son zamanlarda, büyük ölçekli 3D ürünlerin geliştirilmesiyle, bu teknoloji, yeni üretim yönteminin tercih edilebilir hale gelmiştir. Mekanik özelliklerin malzeme ilişkileri ile ilgili: FDM teknolojisi istenilen düzeyde istenilen spekler sağlamaktadır. 3D yazıcılar farklı parça ve montajları yazdırma becerisi ile farklı mekanik özelliklere sahip birkaç malzeme üretmektedir. Aynı anda sadece bir imalat prosesi ile gerekli mekanik ve inşaa sürecinde fiziksel özellikleri sağlamaya dönük yenilikler sergiler. Ergitilmiş Filament Üretimi (FFF) hızlı bir prototiplemedir. Filament form malzemesinin eritildiği teknik erime sıcaklıkları altında daha sonar katman katman platform oluşturur. Eritme ekstrüderi bir X / Y aşamasına bir yazılım ile polimer uygun şekilde tasarlanır. Malzeme tek katman üzerine yerleştirilerek bir seferde istenen şekil alttan yukarı doğru üretilir [14, 15].Yapılan imalat sonucu elde edilen baskının incelenmesi nihai ürün özellikleri ile ilgili parametreler bir kaliteyi artırmaya dönüldükçe önemlidir.Üretilen malzemele ait mekanik özellikleri iyileştirmeye dönük birçok detay bulunmaktadır. Bundan dolayı bu detayları mekanik özellikler üzerindeki etkilerini gözlemlemek için FFF baskı parametreleri değiştirilmektedir. Buna bağlı olarak literatürde parametrelerin mekanik özellikler üzerinde etkisini incelemek için termoplastikler üzerine birçok üretimin yapıldığı görülmektedir[16, 17]. 3D yazıcılar ile birlikte üretim esnasında artan parça miktarı azalmakta ve çöp diye tabir edilen gereksiz kayıplar minimuma çekilmektedir. Artan malzemelerin geri dönüşümü olabilmektedir. Geri dönüşümü gerçekleştirilemeyen artıklarda çevreye zararlı bir atık haline

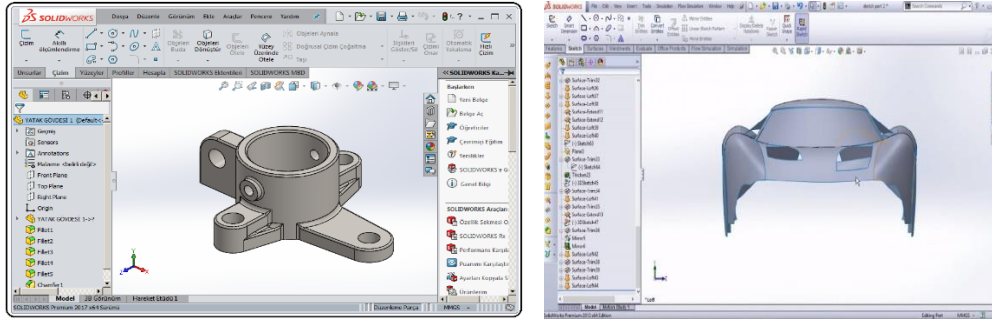


gelebilmektedir. Daha az stok ile çalışma bütün üretim alanlarında her malzeme için geçerlidir. Bu yöntem ile yedek parça için gerekli olan stok azaltılabilir [18].

Bu üretim tarzı, alıcı kesiminin ve verilecek malzemenin arz talep dengesine en hızlı şekilde cevap verecek tarzda şekillenmek üzere tasarlanmıştır. Bu üretim şeklini diğer üretim şekline ayıran en belirgin özelliklerden birisi de bilgiye göre, bu üretimin mümkün olduğunca stok olmadan isteğe cevap verecek kadar üretim yapması ve fazla sarfiyatı sıfıra indirmesi prensibidir [19].

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada genellikle yaygın olarak kullanılan program olan Solidworks programları kullanılmıştır. Bu program katı modelleme programları içerisinde en fonksiyonel programlardan birisidir. Özellikle 3D makinalar ile üretilmek istenen/hayal edilen malzemelerin modellenip tasarlanıp çizilmesi, her türlü açı ve boyutlandırmaların yapılması ile malzeme çok kolay bir şekilde tasarlanabilir. Üretimi yapılacak olan siperlikler için seçilecek filamentlerin servis şartlarına uygun ve doğru özelliklerde olması gerekmektedir. Bu filamentler ile üretilecek olan siperliklerin servis alanında malzemenin kullanım ömrünü etkilemesi ile birlikte doğrudan fiyat/performans oranına da etki edecektir. Şekil 1’de solidwork ise çizimi yapılmış modeller görülmektedir.



Şekil 1. Solidworks ile yapılan tasarımlar

Tasarlanan malzeme dilimlenerek doluluk oranı, destek ayarları, ısı ayarları ve fan ayarları gibi detay ayarları yapılır. Ayarları yapılan bu tasarım yazıcıya aktarılarak yazdırma işlemi başlatılır. Programda katman yükseklikleri, fan hızı, üretimin istenildiği kalite, kaç saat süreceği, kaç gram filament harcanacağı gibi özellikler bulunmaktadır. Program üzerinden yazdırma hızı tabla ve nozzle ısı ayarları da yapılabilmektedir. Bu ayarlar yapıldıktan sonra kaydedilip 3D yazıcıya hafıza kart vb. aktarılıp baskı alınmaktadır.

### Yaygın olarak kullanılan filamentler

#### a)Pla filament;

Pla (Polylactic Acid), şeker kamışından ve mısır nişastasından elde edilen organik bir malzemedir. Üretim nitelikleri ve malzeme davranışlarına göre biyopolimer ve termoplastik özelliği göstermektedir. Bundan dolayı, canlı dolu temasında sorun yaratmaması sonucunda implant malzemesi olarak kullanılabilir. Pla ile %20-30 arasında değişen farklı malzeme takviyesi yapılarak değişik özelliklere sahip özel kullanım alanlarına hitap eden malzemeler üretilmektedir.

Pla filamenleri, diğer filamentlere nazaran yazımı oldukça basittir. Ortalama sertlik ve mukavemete sahip ve darbe dayanımı yüksek olan bir malzemedir. İmalat sıcaklığı olarak genellikle 185°C – 225°C gibi düşük sıcaklıklar kullanılmaktadır. Soğuma esnasında diğer polimer filamentler gibi çatlama sorunları yaşanmaz. Tabla imalat sıcaklığı genellikle 50°C – 70°C arasında yeterli olmaktadır. Yüksek kalite imalat gerçekleştirilebilir için; üretim (baskı) sıcaklığı, tabla sıcaklığı, kalibrasyonu ve üretim hızı iyi seçilmelidir. Pla malzeme yapısı ve özelliklerinden dolayı biyoyumlu, insan sağlığına zararlı olmayan ve görsel olarak daha parlak bir görüntüye sahiptir. Bundan dolayı implant malzemesi veya sağlık araç

gerci olarak kullanılması tercih edilmektedir. Örneğin; çocuklar için üretilen oyuncaklar ve bunların tamiri ve de tedariki güç birçok parçaları, mimari ölçek modeller, mutfak araç ve gereçleri, çeşitli şekillerdeki kurabiye kalıpları, çeşitli boyutlardaki saklama kapları gibi.

#### a) Abs filament

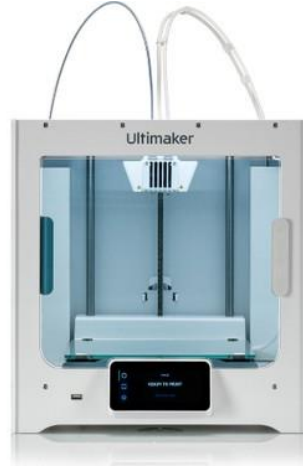
Abs (Acrylonitrile Butadiene Styrene) malzeme, mukavemeti ve dayanıklılığı Pla'ya göre daha yüksek ve petrol bazlı bir termoplastiktir. Kullanılan 3D yazıcı makine tablası üretilen malzemeye göre tabla sıcaklığı ayarlanabilme özelliğine sahiptir. Söz konusu 3D yazıcısında Abs'ye uygun tabla sıcaklığında baskı yapılabilir. Tamamen izole yapıya sahip 3D yazıcılarla sorunsuz, sürekli ve yüksek kaliteli baskılar alınabilir. Abs nitelik açısından daha çok sanayinin ihtiyaç duyduğu malzeme imalatına uygundur. Bundan dolayı; yüksek mekanik özellikler gerektirmeyen LEGO parçaları, asansör parçaları, otomobil parçaları, roket parçaları gibi çok yüksek çekme ve basma dayanımı gerektirmeyen yerlerde tercih edilmektedir. Şekil 2'de kullanılan filamentlere ait resimler görülmektedir.



Şekil 2. Örnek Pla ve Abs Filamentleri

Pla organik biyopolimer yapıya sahip bir malzemedir ve bitkilerden imal edilmektedir. Pek rastlanmasa da gübre olarak kullanılıp doğada parçalanabilir. Abs biyopolimer tabanlı malzeme olmadığından doğada parçalanamaz, fakat kolayca geri dönüştürülebilir. Filament dönüşüm makineleri sayesinde atık Pla, Abs ve günlük hayattaki kullanılan pet şişe ve kapak gibi malzemeleri dönüştürüp filament elde edebilir.

Test numuneleri bir masaüstü 3d kullanılarak üretildi yazıcı (Ultimaker). Yazıcı 200 × 180 × 200 yapıya sahiptir hacim ve erimiş birikim modelleme tekniğini kullanıldı. 1.75 çapa sahip ABS ve PLA filamentleri aynı tedarikçiden temin edilmiştir (Tiridi TM). Ticari FFD 3D prensiple çalışan yazıcı, biyosiperlik özelliklerine uygun baskı örnekleri standartlara göre , (ASTM) üretildi. Numunelerin üretimi önce tek tek daha sonra grup halinde erçekteşti. Baskı tablasının merkezi için İki "kabuk" kullanıldı. Numunenin tutunması için altlık tabla üzerine sprey, destekler ve belirtilen farklı oranda % 60-100 dolgu ile basılmıştır. Numune yönelimleri 0° açı ile basılmıştır. Abs malzemeleri 260 °C'de ekstrüde edilmiş nozul sıcaklığı ve 100 °C ısıtılmış tabla sıcaklığı, Pla malzemeleri 220 °C'de ekstrüde edilmiş nozul sıcaklığı ve 60 °C ısıtılmış tabla sıcaklığı ile çalışılmıştır. Üretim hızı (yazdırma hız) 100 mm/s'de sabit tutulmuştur. Üretilen numunelerin imal edildiği makina Şekil 3'de gösterilmektedir. Numunelerin kırılma yüzeyleri incelendiğinde, iç kısımlarda boşluklar oluşmuştur Düşük doluluk oranına sahip parçaların oranı. Ortaya çıkan büyük poroziteler (boşluklar) nedeniyle katman yapılarının çok zayıf olduğu fakat doluluk oranının artırılıp porozitenin azalması ile birlikte parçanın yoğunluğu arttığı görülmüştür. Doluluk oranının artışın bir sonucu olarak içyapıda yoğunluk, yapışma ve etkileşimden olumlu etkilenen katmanlar meydana gelmiştir. Eklemeli imalat yöntemi ile farklı parametrelere sahip üretilen bütün numunelerin mekanik özellikler açısından karşılaştırıldığında % 100 dolgulu ABS örnekler diğer örneklere kıyasla en iyi sonuçları verdi. Numune imalatında kullanılan 3 boyutlu yazıcı Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 3 . Biyoyumlu siperliklerin üretildiği 3D yazıcı

Çalışma mantığı özetle eritilen hammaddenin fan yardımı ile soğutularak katmanlı bir şekilde önceden belirlenen hassasiyetle basılması şeklindedir. Eklemeli İmalat (Additive Manufacturing) olarak tanımlanan üretim yöntemi, üretilmesi planlanan parçanın CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) modelinin programa tanımlanması ile malzemelerin birleştirilmesi ya da katman katman eklenmesi ile oluşturulur. Üç boyutlu yazıcılar ile ince detay (0.2mm-0.4mm) ve farklı mukavemet özelliklerine sahip tasarımlara ait parçalar imal edebilmektedir. Bundan dolayı tasarımcılar üretilen çok farklı ve çok çeşitli ürünler için daha üretken ve daha karlı davranmaktadırlar. Belirli bir modeli ya da düşüncemizde rastgele tasarlayacağımız bir modeli 3D yazıcıda üretmek için doğru türde filament seçmek en önemli adımı oluşturmaktadır.

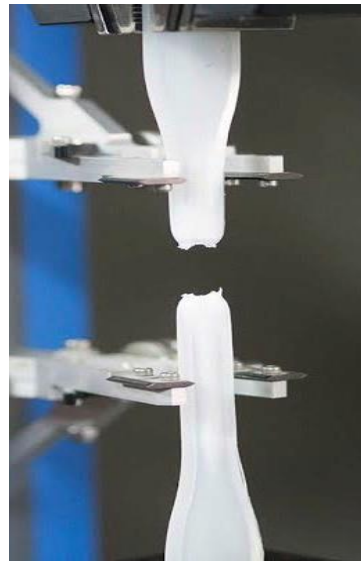
### 3.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

#### Çekme Testi

Ultimaker 3D yazıcıdan eklemeli imalat yöntemi ile standart ölçülerine göre elde edilmiş olan test numuneleri tek eksenli masa üstü 10 KN kapasiteli Zwick çekme test makinesinde yapılmıştır. Her filamentten çeşidinden üçer adet test numunesi üretilmiştir. Çekme testinde polimerler için standardın belirlediği 5mm/dakika çekme hızı ve normal laboratuvar şartlarında uygulanmıştır. Testler numuneler kopana kadar devam etmiştir. Şekil 4’de çekme cihazı ve Şekil 6’da ise çekme testine tabi tutulan numunelerin kopma anı görülmektedir.

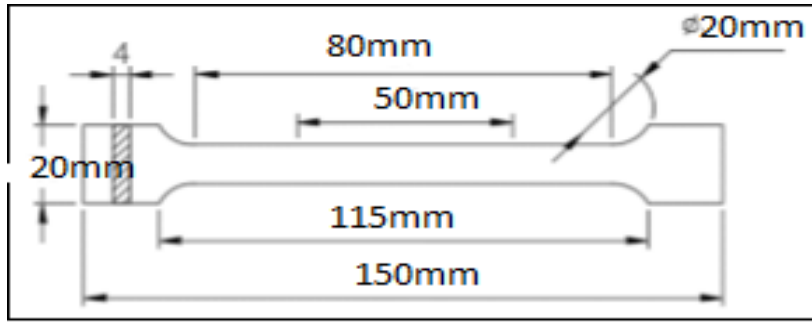


Şekil 4. Masa üstü çekme cihazı



Şekil 5. Çekme deneyinde Kopma Anı

Çekme testinde kullanılmak üzere standarda göre üretilmiş olan çekme deneyi test çubuklarının üretilmiştir. Şekil 6 da Çekme numunesine ait standarda uygun çekme numunesi ölçüsü görülmektedir



Şekil 6. Test Çubuğu Boyutlandırması

Çekme testlerine tabi tutulan numuneler üretilen ve piyasadan elde edilen numunelerin test sonuçlarıdır. Bu test neticesinde en iyi sonuç ticari ürün olan 5 (PLA-1) numaralı test çubuğundan alınmıştır. Çekme test sonuçları Tablo 1 de görülmektedir.

Tablo 1. Filament Örneklerinin Değerlerinin Karşılaştırılması

|   | Fmax<br>N/mm <sup>2</sup> | F {to Break}<br>N/mm <sup>2</sup> | {epsilon}Break<br>% | {epsilon}-F max<br>% |
|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------|
| 1 | 35,5                      | 34,8                              | 1,42                | 1,38                 |
| 2 | 32,6                      | 31,2                              | 1,35                | 1,34                 |
| 3 | 38,4                      | 38,38                             | 1,65                | 1,65                 |
| 4 | 37,1                      | 36,4                              | 2,11                | 1,8                  |
| 5 | 46,9                      | 46,7                              | 1,91                | 1,9                  |
| 6 | 33,7                      | 32,8                              | 2,13                | 1,8                  |

### Sertlik Testi

Üretilmiş olan test bütün farklı numuneleri standart ağırlık altında Shore sertliğine tabii tutulmuştur. Sertlik testlerine tabi tutulan numuneler üretilen ve piyasadan elde edilen numunelerin test sonuçlarıdır. Bu test neticesinde en iyi sonuç ticari ürün olan Pla-1 numaralı test numunesinden elde edilmiştir.



Tablo 2. Sertlik Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

| Ölçümler | Üretilen Numune<br>Shore D Sertliği | Piyasa Numunesi<br>Shore D Sertliği |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| PLA-1    | 69                                  | 76                                  |
| PLA-2    | 71                                  | 73                                  |
| PLA-3    | 72                                  | 74                                  |
| ABS-1    | 65                                  | 64                                  |
| ABS-2    | 63                                  | 67                                  |
| ABS-3    | 64                                  | 65                                  |

Şekil 7 Shore sertlik ölçme cihazı

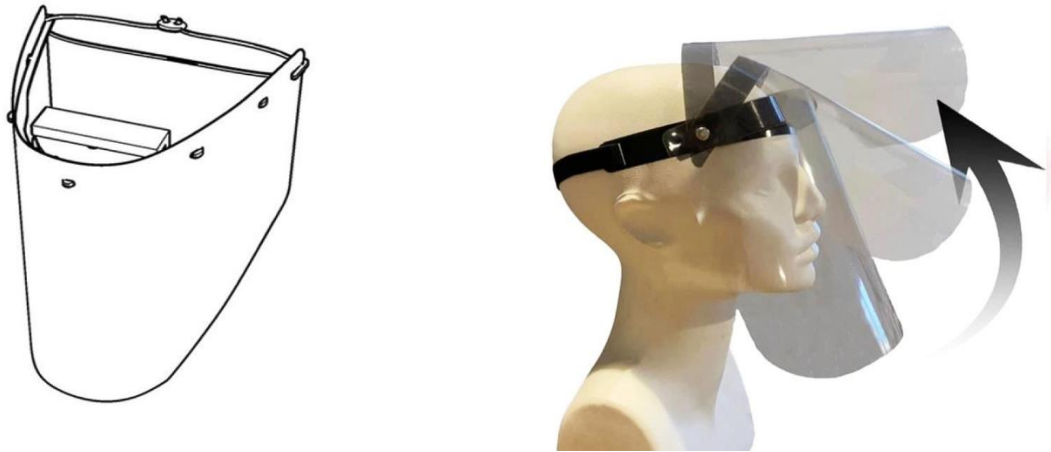
## 4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Bilindiği üzere malzemeler mevcut koşullar oluştuğunda doğal bileşimlerine dönme gibi bir mekanizmaları vardır. Bu durum bozunma ya da korozyon diye tarif edilir. 3D yazıcılarda kullanılan

filamentler de zamanla özelliklerini kaybetmeye başlar. Buradaki en olumsuz parametre ortamdaki nem ve güneştir. Vakumlanmış ve güneş ışınlarından izole edilerek muhafaza edilen filamentler imalata başlar başlamaz iyi muhafaza edilmez ise bozulmaya başlayacaktır. Bu olumsuz durum imalat parametrelerini ve üretilen ürünün mekanik özelliklerini olumsuz etkileyecektir.

Çalışmada kullanılan filamentler 1.75mm çapında olup 3D yazıcılarda çoğunlukla tercih edilen çap ebadındadır. Nozül ucu tıkmaması ve parçaların hatalı basılmaması için çap hassaslığının tutturulması büyük önem arz etmektedir. İmalat esnasında en büyük sorunlardan biri Nozül ucu tıkanmasıdır. Bu sorunun yaşanmaması için 1.75mm çapındaki filamentler için gerekli üretim Setupları hassasiyetle yapıldı. Aksi takdirde nozül ucu tıkanması görülecek ve üretimin kalitesini düşürecekti.3D yazıcı kullanılarak üretilen biyo siperleklerin universal olabilmesi için tasarım programında gerekli tasarım parametreleri değişiklikleri yapılmıştır. Kullanılacak biyosiperlik ana taşıyıcı gövdenin mekanik özellikleri yapılan birkaç deneysel çalışma ile performans değerlendirmelerine tabi tutulmuştur. Diğer yapılan kıyaslamalarda ise Pla ve Abs filamentlerinin artı ve eksi yönleri araştırılmış olup bu yönleri incelenmiştir. Koku, erime noktası, dayanıklılık gibi bilgiler ile gerekli kıyaslamalar teorik olarak belirtilmiştir. Buna göre en önemli olan şey amacımıza hizmet edecek olan doğru filamenti bulmak ve onu kullanabilmektir.

Üretilen Biyosiperlikler yüz koruma siperliği 3D yazdırılabilir bir başlık ve takılabilir şeffaf bir plastik tabaka içerir. Üretimi gerçekleştirilen biyo siperlikler Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. 3D yazıcı ile belirlenen parametrelerde üretilen biosiperlikler

3D üretim teknolojisi, Covid-19 sırasında güçlü bir çözüm olduğu doğrulanmıştır. Yüz siperlikleri, teknolojinin başarı noktalarından biri olmuştur. Bir yüz siperliği 3B baskı kullanılarak tasarlanmış ve üretilmiştir.

## 5.SONUÇLAR

Bu çalışmada; öncelikle Covid-19 salgını döneminde acil olarak sağlık çalışanları için üretilen farklı tiplerde siperlikler üretilmiştir.

- Yapılan deneysel çalışmalarda aynı üründe boyutlar ve kalınlıkların artırılması, farklı yazım hızları ve hassasiyetlerin düşürülerek 0.1 mikron hassasiyetle malzemeler üretilmiştir. Üretilen malzemelerin bu kapsamda mekanik özelliklerinde de farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir.
- 1.75 mm çapına sahip filamenlerden üretilen numunelerin çekme test verileri ve yüzde uzama değerlerinde Pla-1 filamentini daha olumlu sonuç vermiştir.
- Fmax 46,9 N/mm<sup>2</sup> olarak dikkat çekmiştir. Aynı numunelerde maksimum ölçülen kopma kuvveti değeri ise 46,7 N/mm<sup>2</sup> olarak ölçümü yapılmıştır. Uzama ve kopma değeri olarak en iyi sonuç Pla-1 filamentten üretilen 5 numaralı numunede gözlemlenmiştir.
- Bu testler göz önüne alındığında ticari PLA malzeme (39,27 N/mm<sup>2</sup>) daha iyi ortalama sonuçlar göstermiştir. Diğer filamentlerden üretilen numunelerin Fmax değeri 35,635 N/mm<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir.  
% Uzama değerleri incelendiğinde;
- PLA-1 sonucu % 1,85 lik uzama değeri ile % 1,48 diğer numunelere göre daha iyi sonuç ortaya çıkmıştır.  
Sertlik testleri incelendiğinde;
- PLA numunelerine ait sertlik değerlerinin daha iyi olduğu görülmüştür.
- Bu veriler arasından yapılan çekme testi deneyi sonuçlarında, Pla-1 numunesi daha iyi Mekanik özellikler sergilemiştir.
- Koku, erime noktası, gibi etmenlerde Pla' nın daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.
- Sonuç olarak üretim sürecindeki değişkenlik, yüksek derecede sterilize gerektiren ortamlar için dayanıklılık ve son parçanın temizlenmesinde güçlükler ile ilgili önemli zorluklara yol açabilmektedir. Bununla birlikte 3D baskılı tıbbi ekipman standart, güvenlik ve kalite önlemlerine uymalıdır. İmalat sırasında baskı kabiliyeti ve baskı süresi dikkate alınmalıdır. 3B baskı yüz siperlerinin baskı yöntemi basit ve zaman etkindir. Diğer birçok farklı tıbbi ekipmanın kullanılabilirliğini sağlamaya ve gelecekteki bu tür viral salgınlara hazırlanmaya yardımcı olabilir. Bu salgının sağlık profesyonelleri ve mühendislerinin işbirlikçi etkileşimleri yoluyla küresel öğrenmeye ve yeniliğe ilham vereceği umulmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. I.Topcu, Mechanical properties of PLA and ABS parts produced with fused filament fabrication method, Journal of Ceramic Processing Research. Vol. 22, No. 2, pp. 143~148 (2021)
- 2- Groover, M. P. (2010). Principles of Modern Manufacturing. New York. John Wiley & Sons, 1024p.
3. M. Asadi, B. Bazayr, A.H. Hemmasi, L. Ghsemi, and M. Talaeipoor, Tehnički Glasnik 69[2] (2018) 127-134.
- 4- Kruth, J. P., Leu, M. C., Nakagawa, T. (1998). Progress in additive manufacturing and rapid prototyping. Cirp Annals, 47(2), 525-540.
5. J.P. Kruth, L. Froyen, J.V. Vaerenbergh, P. Mercelis, M. Rombouts and B. Lauwers, J. Mater. Process. Technol. 149[1] (2004) 616-622.
6. Arslan, S. (2006). Yalın Üretim ve MAN Türkiye A.Ş.'de Örnek Bir Yalın Üretim Uygulaması. (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. Aydemir. N. (1995).

7. L.E. Murr, M.S. Gaytan, D.A. Ramirez, E.Martinez, J. Hernandez, N.A. Amato, P.W. Shindo, F.R. Medina and B. Ryan and R.B. Wicker, *J. Mater. Sci. Technol.* 28[1] (2012) 1-14
8. A review of melt extrusion additive manufacturing processes: I. Process design and modeling, *Rapid Prototyping Journal*, 192- 204.
9. M.V. Fernandez, W. Calle, S. Ferrandiz, and A. Conejero, *3D Print. Addit. Manuf.* 3[3] (2016) 183-192. (2014).
10. Q. Sun, R. Qattawi, C.T. Bellehumeur and P. Gu, *Rapid Prototyping J.* 14[2] (2008) 72-80. Chua, C.K., Leong K.F. and Lim C.S. (2003).
11. M. Asadi, B. Bazyar, A.H. Hemmasi, I. Ghsemi and M. Talaeipoor, *Tehnički Glasnik* 69[2] (2018) 127-134,
12. B. N. Turner, R. Strong, S. A. Gold, *Rapid Protoyping: Principles and Applications*, 2nd Edition, by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., p.12 Cross, N. (1999).
13. F. Melchels, J. Feijen and D.W. Grijpma, *Biomaterials* 31[24] (2010) 6121-6130.
14. *Design Research: A Diciplined Conversation*, *Design Issues*, Vol. 15, No. 2, 5- 10.
15. M. Singh, H.M. Haverinen, P. Dhagat and G.E. Jabbour, *Adv. Mater* 22[6] (2010) 673-685.
16. B. Brenken, E. Barocio, A. Favaloro, V. Kunc, V. and R.B. Pipes, *Additive Manufacturing* 21 (2018) 1-16.
17. J. Park, M.J. Tari and H.T Hahn, *Rapid Prototyping J.* 6[1] (2000) 36-49
18. *Mechanical Strength of 3-D Printed Filaments*. 32nd Southern Biomedical Engineering Conference, Louisiana Tech. University, Ruston, LA United States, 47-48. Er, Ö. (2002).
19. R.J. Allen and R.S. Trask, *Additive Manufacturing* 8 (2015) 78-87.

## COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE İHTİYAÇ DUYULAN PLA BİYOSİPERLİKLERİN EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİ İLE ÜRETİMİ

### MANUFACTURING OF PLA BIOPSPERCUITS NEEDED IN THE COVID-19 PANDEMIA PROCESS BY ADDITIVE MANUFACTURING METHOD

**İsmail TOPCU**

Dr. Öğr. Üyesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme  
Mühendisliği Bölümü

#### ÖZET

Dünya genelinde yaşarken tanık olduğumuz ve bütün dünyayı etkileyen Covid-19 bütün dünyada olduğu gibi ülkemizi de derinden etkilemiştir. Bu kapsamda salgının hızını azaltmak, tedavilerin aksamaması ve salgından daha az insanın etkilenmesi için virüsün enfekte biçimine bağlı olarak polimer tabanlı siperlikler tasarlanmıştır. Bu kapsamda özellikle tedavi sürecinde virüsle karşı karşıya kalan ve çok yoğun çalışan sağlık çalışanlarının izole edilmesi için çözümlerin üretilmesi gerekmektedir. Bu çözümlerin en önemli özelliği çok çabuk tasarlanıp üretilmesi, fonksiyonel olması, biyoyumlu ve kolay üretiliyor olmasıdır. Eklemeli imalat ile (3D yazıcılar) üretimleri yapılan siperliklerin ihtiyaç sahiplerine ulaştırılması gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda da sağlık personelleri için üretilen üç ayrı tip siperliğin mekanik özellikleri incelenmiştir. İncelemeler neticesinde aynı üründe boyutlar ve kalınlıkların artırılması ile artırılan dayanıklılığın baskı hızı düşürülmesi ve hassasiyetin 0.1 mikrona çekilebilmesi ile farklı mekanik özelliklerin elde edildiği gözlemlenmiştir.

Kullanış açısından delgeçli US100 modeli rahat gibi görünse de bir süre sonra asetatlarda delikten çıkma problemi ve tırnaklarda kırılma yaşandığı tespit edilmiştir. Üretilen siperliklerin hassasiyet mikronları ve yazma hızları düştükçe her modelde daha dayanıklı ürün elde edildiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Eklemeli imalat, siperlik, covid19

#### ABSTRACT

Covid-19, which we witnessed while living around the world and affected the whole world, has deeply affected our country as it is in the whole world. In this context, polymer-based visors have been designed depending on the infected form of the virus in order to reduce the speed of the epidemic, prevent the treatment and to affect less people from the epidemic. In this context, solutions should be produced to isolate healthcare workers who are exposed to the virus and working very intensively, especially during the treatment process. The most important feature of these solutions is that they are designed and produced very quickly, they are functional, biocompatible and easy to produce. The visors produced by additive manufacturing (3D printers) were delivered to those in need. In our study, the mechanical properties of three different types of visors produced for healthcare personnel were examined. As a result of the investigations, it was observed that different mechanical properties were obtained in the same product by increasing the dimensions and thicknesses, decreasing the printing speed and reducing the sensitivity to 0.1 micron.

Although the US100 model with hole puncher seems to be comfortable from the opening of use, it has been determined that after a while, there is a problem with the transparency in the transparencies and a break in the nails. As the sensitivity micron and writing speeds of the produced visors decreased, it was determined that more durable products were obtained in each model.

**Keywords:** Additive manufacturing, visor, covid19



## 1.GİRİŞ

İmalat yöntemleri ihtiyaçları karşılamak üzere sürekli gelişme göstermiştir. Bu gelişme sürecinde, bilim de etkili olmuş ve teknoloji olarak adlandırılmıştır. Teknoloji, insanlığa daha iyi bir hayat sürmesi için gerekli olan ürünleri sağlamaktadır. Dolayısıyla bu ürünlerin temini imalat yoluyla gerçekleşmektedir. Teknolojiyi mümkün kılan temel faktör imalat olarak adlandırılabilir. Teknoloji, artan ihtiyaçlar, kalite, maliyet ve zaman gibi kavramların da etkisi ile sürekli gelişerek devam etmektedir [1]. Eklemeli imalat olarak adlandırılan bu yöntemde üretim, geleneksel imalat yöntemlerinde olduğu gibi hammadde üzerinde talaş kaldırılarak malzeme eksiltme suretiyle değil tam tersine üretimde kullanılacak hammaddenin katman katman birbiri üzerine eklenmesi ile gerçekleşmektedir. Dolayısıyla yöntem, hammaddenin efektif ve verimli bir biçimde kullanımına imkân sağlayarak, artık malzeme miktarını minimuma indirmekte, gerekli miktarda malzeme kullanımı ile hedef parça üretimi gerçekleştirilmektedir [2].

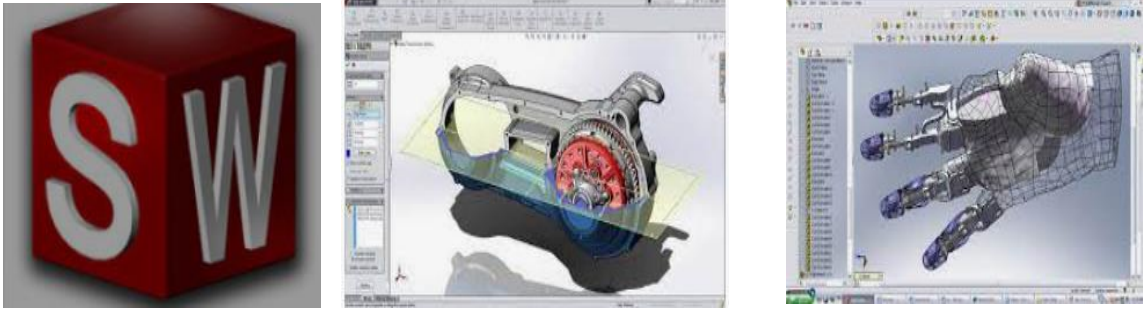
Eklemeli üretim (AM) en çok havacılık, otomotiv, yarı iletken veya biyomedikal uygulamalar gibi endüstriyel alanlarda kullanılabilecektir. Farklı bileşenlerin üretiminde gelecek vaat eden alanlarda karmaşık yapıları prototipler, karmaşık işlevsellikler sahip geometriler ve farklı önemli konularda devrim yaratıyor [3-9]. Eklemeli imalat, döküm ve işleme gibi geleneksel üretim tekniklerinden farklıdır. Karmaşık şekilleri büyük bir esneklikle işleme yeteneği ve tipik atık olmadan imalatlar gerçekleşmektedir [8-10]. Farklı AM teknikleri olarak, 3D baskı tabanlı erimiş filament imalatı (FFF) termoplastik kullanarak düşük erime sıcaklığına sahip polimerler gerçekleşir. Hızlı katılma süreleri yöntemin basitliği, nispeten düşük maliyeti ve düşük malzeme israfı ile avantaj sağlamaktadır. Çok farklı eklemeli üretim yöntemleri vardır. Bunlar; erimiş filament imalatı gibi teknolojiler ve süreçler (FFF), elektron ışını eritme (EBM), stereo litografi (SLA), seçici lazer eritme (SLM), seçici lazer sinterleme (SLS), mürekkep püskürtmeli baskı, lamine nesne imalat (LOM) gibi teknolojiler ve süreçlerdir [3-8,9]. Tüm teknolojiler bazı farklı süreçlere sahiptir. Mesela SLS teknolojisinde üretimde toz bazlı malzemeler kullanılabilir, FFF teknoloji sağlam malzemeler kullanır. AFFF teknolojisi masa üstü 3D'nin genişletilmesiyle daha çok tercih edilen 3D yazıcılarıdır. Geleneksel olarak üretilen ürünler olmasına rağmen yöntemlerin arzu edilen özellikleri söz konusudur. Karmaşık olarak tasarlanan ürünlerin imalatı ve maliyeti daha yüksektir. İşlemler kademeli olduğundan işgücü ve para kaybı yüksektir [10, 11]. 3D baskı bu sorunları çözer. Son zamanlarda, büyük ölçekli 3D ürünlerin geliştirilmesiyle, bu teknoloji, yeni üretim yönteminin tercih edilebilir hale gelmiştir. Mekanik özelliklerin malzeme ilişkileri ile ilgili: FDM teknolojisi istenilen düzeyde istenilen spekler sağlamaktadır. 3D yazıcılar farklı parça ve montajları yazdırma becerisi ile farklı mekanik özelliklere sahip birkaç malzeme üretmektedir. Aynı anda sadece bir imalat prosesi ile gerekli mekanik ve inşaa sürecinde fiziksel özellikleri sağlamaya dönük yenilikler sergiler. Ergitilmiş Filament Üretimi (FFF) hızlı bir prototiplemedir. Filament form malzemesinin eritildiği teknik erime sıcaklıkları altında daha sonar katman katman platform oluşturur. Eritme ekstrüderi bir X/ Y aşamasına bir yazılım ile polimer uygun şekilde tasarlanır. Malzeme tek katman üzerine yerleştirilerek bir seferde istenen şekil alttan yukarı doğru üretilir [12,13].Yapılan imalat sonucu elde edilen baskının incelenmesi nihai ürün özellikleri ile ilgili parametreler bir kaliteyi artırmaya dönüldükça önemlidir.Üretilen malzemeler ait mekanik özellikleri iyileştirmeye dönük birçok detay bulunmaktadır. Bundan dolayı bu detayları mekanik özellikler üzerindeki etkilerini gözlemlemek için FFF baskı parametreleri değiştirilmektedir. Buna bağlı olarak literatürde parametrelerin mekanik özellikler üzerinde etkisini incelemek için termoplastikler üzerine birçok üretimin yapıldığı görülmektedir[14,15]. 3D yazıcılar ile birlikte üretim esnasında artan parça miktarı azalmakta ve çöp diye tabir edilen gereksiz kayıplar minimuma çekilmektedir. Artan malzemelerin geri dönüşümü olabilmektedir. Geri dönüşümü gerçekleştirilemeyen artıklarda çevreye zararlı bir atık haline gelebilmektedir. Daha az stok ile çalışma bütün üretim alanlarında her malzeme için geçerlidir. Bu yöntem ile yedek parça için gerekli olan stok azaltılabilir [16].

Bu üretim tarzı, alıcı kesiminin ve verilecek malzemenin arz talep dengesine en hızlı şekilde cevap verecek tarzda şekillenmek üzere tasarlanmıştır. Bu üretim şeklini diğer üretim şekline ayıran en belirgin özelliklerden birisi de bilgiye göre, bu üretimin mümkün olduğunca stok olmadan isteğe cevap verecek kadar üretim yapması ve fazla sarfiyatı sıfıra indirmesi prensibidir[17].

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Gezegemimizi etkileyen Covid-19 bütün dünyada olduğu gibi ülkemizi de derinden etkilemiştir. Bu kapsamda salgının hızını azaltmak, daha az insana bulaşı önlemek, tedavi süreçlerinin aksamaması ve salgından daha az insanın etkilenmesi için virüsün enfekte biçimine bağlı olarak polimer tabanlı siperlikler tasarlanmıştır. Bu kapsamda özellikle tedavi sürecinde virüsle karşı karşıya kalan ve çok yoğun çalışan sağlık çalışanlarının izole edilmesi için acil çözümlerin üretilmesi gerekmekte idi. Bu çözümlerin en önemli özelliği çok çabuk tasarlanıp üretilmesi, fonksiyonel olması, biyouyumlu ve kolay üretiliyor olmasıdır.

Bu çalışmada Solidworks programları kullanılmıştır. Solidworks katı modelleme programları içerisinde en çok kullanılan programlardan birisidir. Özellikle 3D makinalar ile üretilmek istenen/hayal edilen malzemelerin modellenip tasarlanıp çizilmesi her türlü açı ve boyutlandırmaların yapılması malzeme çok kolay bir şekilde tasarlanabilir. Şekil 1'de solidwork ise çizimi yapılmış modeller görülmektedir.



Şekil 1. Solidworks ile yapılan tasarımlar

Tasarlanan malzeme dilimlenerek doluluk oranı, destek ayarları, ısı ayarlar ve fan ayarları gibi çok çeşitli detay ayarları yapılır. Ayarları yapılan bu tasarım yazıcıya aktarılarak yazdırma işlemi başlatılır. Programda katman yükseklikleri, fan hızı, üretimin istenildiği kalite, kaç saat süreceği, kaç gram filament harcanacağı gibi özellikler bulunmaktadır. Program üzerinden yazdırma hızı, tabla ve nozzle ısı ayarları da yapılabilmektedir. Bu ayarlar yapıldıktan sonra kaydedilip 3D yazıcıya hafıza kart vb. aktarılıp çıktı alınmaktadır.

Üretimi yapılacak olan siperlikler için seçilecek filamentlerin servis şartlarına uygun ve doğru özelliklerde filament olması gerekmektedir. Bu filamentler ile üretilen siperliklerin servis alanında malzemenin kullanım ömrünü etkilemesi ile birlikte doğrudan fiyat/performans oranına da etki edecektir. Örneğin herhangi bir yük etkisinde kalmayacak olan malzemelerin doluluk oranının çok düşük tutularak üretilmesi maliyetin ve israfın azalmasına sebep olacağı gibi üretim hızını artırıp birim zamandaki maliyeti de düşürecektir.

### Yaygın olarak kullanılan filamentler

#### a) Pla filament;

PLA (Polylactic Acid), şeker kamışından ve mısır nişastasından elde edilen organik bir malzemedir. Üretim nitelikleri ve malzeme davranışlarına göre biyopolimer ve termoplastik özelliği göstermektedir. Bundan dolayı, canlı dolu temasında sorun yaratmaması sonucunda implant malzemesi olarak kullanılabilir. Pla ile %20-30 arasında değişen farklı malzeme takviyesi yapılarak değişik özelliklere sahip özel kullanım alanlarına hitap eden malzemeler üretilmektedir.

Pla filamentlerinin özellikleri;

-Diğer filamentlere nazaran yazımı oldukça basittir.

-Ortalama sertlik ve mukavemete sahip ve darbe dayanımı yüksek olan bir malzemedir.

-İmalat sıcaklığı olarak genellikle 185°C – 225°C gibi düşük sıcaklıklar kullanılmaktadır.

-Soğuma esnasında diğer polimer filamentler gibi çatlama sorunları yaşanmaz.

-Tabla imalat sıcaklığı genellikle 50°C – 70°C arasında yeterli olmaktadır. Yüksek kalite imalat gerçekleştirebilmek için; üretim (baskı) sıcaklığı, tabla sıcaklığı, kalibrasyonu ve üretim hızı iyi seçilmelidir.

-Pla malzeme yapısı ve özelliklerinden dolayı biyoyumlu, insan sağlığına zararlı olmayan ve görsel olarak daha parlak bir görüntüye sahiptir. Bundan dolayı implant malzemesi veya sağlık araç gereci olarak kullanılması tercih edilmektedir. Örneğin; çocuklar için üretilen oyuncaklar ve bunların tamiri ve de tedarigi güç birçok parçaları, mimari ölçek modeller, mutfak araç ve gereçleri, çeşitli şekillerdeki kurabiye kalıpları, çeşitli boyutlardaki saklama kapları gibi.

#### a) Abs filamentleri

Abs (Acrylonitrile Butadiene Styrene) malzeme, mukavemeti ve dayanıklılığı Pla'ya göre daha yüksek ve petrol bazlı bir termoplastiktir. Kullanılan 3D yazıcı makine tablası üretilen malzemeye göre tabla sıcaklığı ayarlanabilme özelliğine sahiptir. Söz konusu 3D yazıcısında Abs'ye uygun tabla sıcaklığında Abs baskı yapılabilir. Tamamen izole yapıya sahip 3D yazıcılarla sorunsuz, sürekli ve yüksek kaliteli baskılar alınabilir. Abs nitelik açısından daha çok sanayinin ihtiyaç duyduğu malzeme imalatına uygundur. Bundan dolayı; yüksek mekanik özellikler gerektirmeyen LEGO parçaları, asansör parçaları, otomobil parçaları, roket parçaları gibi çok yüksek çekme ve basma dayanımı gerektirmeyen yerlerde tercih edilmektedir. Şekil 2'de kullanılan filamentlere ait resimler görülmektedir.



Şekil 2. Örnek Pla ve Abs Filamentleri

Çeşitli Pla ve Abs filamentlere ait teknik özellikler Tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1. Filamentlerin Genel Özellikleri

| Isıl Özellikler        | PLA                       | PLA Plus                  | ABS                      | ABS Plus                  |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Erime Akış İndeksi     | 10.3cm <sup>3</sup> /10dk | 3.4 cm <sup>3</sup> /10dk | 9.7cm <sup>3</sup> /10dk | 15.9cm <sup>3</sup> /10dk |
| Kırtılganlık Sıcaklığı | 60-65°C                   | 60-65°C                   | 105°C                    | 109°C                     |
| Gevşeme Sıcaklığı      | 70-80°C                   | 70-80°C                   | 110-125°C                | 110-125°C                 |
| Erime Sıcaklığı        | 160-190°C                 | 160-190°C                 | 210-240°C                | 210-240°C                 |
| Basım Sıcaklığı        | 190-220°C                 | 205-225°C                 | 230-250°C                | 220-260°C                 |
| Yatak Sıcaklığı        | 50-70°C                   | 60-80°C                   | 80-120°C                 | 80-120°C                  |

Pla organik biyopolimer yapıya sahip bir malzemedir ve bitkilerden imal edilmektedir. Pek rastlanmasa da gübre olarak kullanılıp doğada parçalanabilir. Abs biyopolimer tabanlı malzeme olmadığından doğada parçalanamaz, fakat kolayca geri dönüştürülebilir. Filament dönüşüm

makineleri sayesinde atık Pla, Abs ve günlük hayattaki kullanılan pet şişe ve kapak gibi malzemeleri dönüştürüp filament elde edebilir.

Test numuneleri bir masaüstü 3d kullanılarak üretildi yazıcı (Ultimaker). Yazıcı 200 × 180 × 200 yapıya sahiptir hacim ve erimiş birikim modelleme tekniğini kullanıldı. 1.75 çapa sahip ABS ve PLA filamentleri mm aynı tedarikçiden temin edildi (Tiridi TM). Ticari FFD 3D prensiple çalışan yazıcı, biyosiperlik özelliklerine uygun baskı örnekleri standartlara göre , (ASTM) üretildi. Numuneler önce tek tek daha sonra grup halindeki baskılar şeklinde gerçekleşti. Baskı tablasının merkezi için İki "kabuk" kullanıldı. Numunenin tutunması için altlık tabla üzerine sprey, altlık, destekler ve belirtilen farklı oranda % 60-100 dolgu ile baskılar gerçekleştirildi. Numune yönelimleri 0° açı ile basılmıştır. Abs malzemeleri 260 °C'de ekstrüde edilmiş nozul sıcaklığı ve 100 °C ısıtılmış tabla sıcaklığı, Pla malzemeleri 220 °C'de ekstrüde edilmiş nozul sıcaklığı ve 60 °C ısıtılmış tabla sıcaklığı ile çalışılmıştır. Üretim hızı (yazdırma hız) 100 mm/s'de sabit tutulmuştur. Üretilen numunelerin imal edildiği makina Şekil 1'de gösterilmektedir. Numunelerin kırılma yüzeyleri incelendiğinde, iç kısımlarda boşluklar oluşmuştur Düşük doluluk oranına sahip parçalar meydana gelen büyük boşluklar nedeniyle katman yapılarının çok zayıf olduğu. Ancak, artan doluluk oranı ile birlikte gözenek oranı parçanın yoğunluğu artmıştır. Ayrıca artan doluluk oranı sonucu olarak içyapıda yoğunluk, yapışma ve etkileşim olumlu etkilenen katmanlar oluşmuştur. Eklemeli üretim yöntemi ile üretilen numuneler mekanik özellikler açısından karşılaştırıldığında ; % 100 dolgulu ABS örnekler diğer örneklere kıyasla en iyi sonuçları vermiştir. Numune imalatında kullanılan 3 boyutlu yazıcı Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 3. Biyouyumlu siperliklerin üretildiği 3D yazıcı

Çalışma mantığı özetle eritilen hammaddenin fan yardımı ile soğutularak katmanlı bir şekilde önceden belirlenen hassasiyetle basılması olayıdır. Eklemeli İmalat (Additive Manufacturing) olarak tanımlanan üretim yöntemi, üretilmesi planlanan parçanın CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) modelinin programa tanımlanması ile malzemelerin birleştirilmesi yahut katman katman eklenmesi ile oluşturulur. Üç boyutlu yazıcılar ile ince detay (0.2mm-0.4mm) ve farklı mukavemet özelliklerine sahip tasarımlara ait parçalar imal edebilmektedir. Bu anlamda tasarımcılar üretilen çok farklı ve çok çeşitli ürünler için daha üretken ve daha karlı davranmaktadırlar. Belirli bir modeli yahut kafamızdan rastgele tasarlayacağımız bir modeli 3D yazıcıda üretmek için doğru türde filament seçmek en önemli adımı oluşturmaktadır.

### 3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Bilindiği üzere malzemeler mevcut koşullar oluştuğunda doğal bileşimlerine dönme mekanizmalarına sahiptirler. Bu durum bozunma ya da korozyon diye tarif edilir. 3D yazıcılarda kullanılan filamentler de zamanla özelliklerini kaybetmeye başlar. Buradaki en olumsuz parametre ortamdaki nem ve güneştir. Vakumlanmış ve güneş ışınlarından izole edilerek muhafaza edilen filamentler imalata başlar başlamaz iyi muhafaza edilmez ise bozulmaya başlayacaktır. Bu olumsuz durum imalat parametrelerini ve üretilen ürünün mekanik özelliklerini olumsuz etkileyecektir.

Çalışmada kullanılan filamentler 1.75mm çapında olup 3D yazıcılarda çoğunlukla tercih edilen çap ebadındadır. Nozul ucu tıkanmaması ve parçaların hatalı basılmaması için çap hassaslığının tutturulması büyük önem arz etmektedir. İmalat esnasında en büyük sorunlardan biri Nozul ucu tıkanmasıdır. Bu sorunun yaşanmaması için 1.75mm çapındaki filamentler için gerekli üretim

setupları hassasiyetle yapılmalıdır. Aksi takdirde nozül ucu tıkanması görülecek ve üretimin kalitesini düşürecektir. 3D yazıcı kullanılarak üretilen biyosiperliklerin universal olabilmesi için tasarım programında gerekli parametre değişiklikleri yapılmıştır. Kullanılacak biyosiperlik ana taşıyıcı gövdenin mekanik özelliklerine dönük birkaç deneysel çalışma ile performans değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan kıyaslamalarda ise PLA ve ABS filamentlerinin artı ve eksi yönleri araştırılmış olup bu yönleri incelenmiştir. Koku, erime noktası, dayanıklılığı vs bilgiler ile gerekli kıyaslamalar teorik olarak belirtilmiştir. Buna göre en önemli olan şey amacımıza hizmet edecek olan doğru filament bulmak ve onu kullanabilmektir.

Üretilen biyosiperlikler yüz koruma siperliği 3D yazdırılabilir bir başlık ve takılabilir şeffaf bir plastik tabaka içerir. Üretimi gerçekleştirilen biyosiperlikler Şekil 4 de gösterilmiştir.



Şekil 4. 3D yazıcı ile belirlenen parametrelerde üretilen biyosiperlikler

3D üretim teknolojisi, Covid-19 sırasında güçlü bir çözüm olduğu doğrulanmıştır. Yüz siperlikleri, teknolojinin başarı noktalarından biri olmuştur. Bir çeşit yüz siperliği 3B baskı kullanılarak tasarlanmış ve üretilmiştir.

#### 4.SONUÇLAR

Bu Çalışmada; öncelikle Covid-19 salgını döneminde acil olarak sağlık çalışanları için üretilen farklı tiplerde siperlikler üretilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalarda aynı üründe boyutlar ve kalınlıkların artırılmıştır.Farklı imalat baskı hızları ve hassasiyetlerin düşürülmesi ile üretim gerçekleştirilmiştir.

Üretim hızının ve hassasiyetin 0.1 mikrona çekilebilmesi ile farklı mekanik özelliklerin elde edildiği gözlemlenmiştir.

Kullanış açısından üretilen siperliklerden;

- Delgeçli US100 modeli rahat gibi görünse de bir süre sonra asetatlarda delikten çıkma problemi ve tırnaklarda kırılma yaşandığı tespit edilmiştir.
- Üretilen siperliklerin ölçüm hassasiyetleri ve yazma hızları düştükçe her modelde daha iyi mekanik özelliklerin elde edildiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak üretim sürecindeki değişkenlik, yüksek derecede sterilize gerektiren ortamlar için dayanıklılık ve son parçanın temizlenmesinde güçlükler ile ilgili önemli zorluklara yol açabilmektedir. Bununla birlikte 3D baskılı tıbbi ekipman standart, güvenlik ve kalite önlemlerine uymalıdır. İmalat sırasında baskı kabiliyeti ve baskı süresi dikkate alınmalıdır. 3B baskı yüz siperlerinin baskı yöntemi basit ve zaman etkindir. Diğer birçok farklı tıbbi ekipmanın kullanılabilirliğini sağlamaya ve gelecekteki bu tür viral salgınlara hazırlanmaya yardımcı olabilir. Bu salgının sağlık profesyonelleri ve mühendislerinin işbirlikçi etkileşimleri yoluyla küresel öğrenmeye ve yeniliğe ilham vereceği umulmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. I.Topcu, Mechanical properties of PLA and ABS parts produced with fused filament fabrication method, Journal of Ceramic Processing Research. Vol. 22, No. 2, pp. 143~148 (2021)
- 2- Groover, M. P. (2010). Principles of Modern Manufacturing. New York. John Wiley & Sons, 1024p.
3. M. Asadi, B. Baziyar, A.H. Hemmasi, L. Ghsemi, and M. Talaeipoor, Tehnički Glasnik 69[2] (2018) 127-134.
- 4- Kruth, J. P., Leu, M. C., Nakagawa, T. (1998). Progress in additive manufacturing and rapid prototyping. Cirp Annals, 47(2), 525-540.
5. J.P. Kruth, L. Froyen, J.V. Vaerenbergh, P. Mercelis, M. Rombouts and B. Lauwers, J. Mater. Process. Technol. 149[1] (2004) 616-622.
6. Arslan, S. (2006). Yalın Üretim ve MAN Türkiye A.Ş.'de Örnek Bir Yalın Üretim Uygulaması. (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. Aydemir. N. (1995).
7. L.E. Murr, M.S. Gaytan, D.A. Ramirez, E.Martinez, J. Hernandez, N.A. Amato, P.W. Shindo, F.R. Medina and B. Ryan and R.B. Wicker, J. Mater. Sci. Technol. 28[1] (2012) 1-14
8. A review of melt extrusion additive manufacturing processes: I. Process design and modeling, Rapid Prototyping Journal, 192- 204.
9. M.V. Fernandez, W. Calle, S. Ferrandiz, and A. Conejero, 3D Print. Addit. Manuf. 3[3] (2016) 183-192. (2014).
10. Q. Sun, R. Qattawi, C.T. Bellehumeur and P. Gu, Rapid Prototyping J. 14[2] (2008) 72-80. Chua, C.K., Leong K.F. and Lim C.S. (2003).
11. M. Asadi, B. Baziyar, A.H. Hemmasi, I. Ghsemi and M. Talaeipoor, Tehnički Glasnik 69[2] (2018) 127-134,
12. B. N. Turner, R. Strong, S. A. Gold, Rapid Protoyping: Principles and Applications, 2nd Edition, by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., p.12 Cross, N. (1999).
13. F. Melchels, J. Feijen and D.W. Grijpma, Biomaterials 31[24] (2010) 6121-6130.
14. Design Research: A Diciplined Conversation, Design Issues, Vol. 15, No. 2, 5- 10.
15. M. Singh, H.M. Haverinen, P. Dhagat and G.E. Jabbour, Adv. Mater 22[6] (2010) 673-685.
16. B. Brenken, E. Barocio, A. Favaloro, V. Kunc, V. and R.B. Pipes, Additive Manufacturing 21 (2018) 1-16.
17. J. Park, M.J. Tari and H.T Hahn, Rapid Prototyping J. 6[1] (2000) 36-49
18. Mechanical Strength of 3-D Printed Filaments. 32nd Southern Biomedical Engineering Conference, Louisiana Tech. University, Ruston, LA United States, 47-48. Er, Ö. (2002).
19. R.J. Allen and R.S. Trask, Additive Manufacturing 8 (2015) 78-87.

## ALEV GECİKTİRİCİ KATKI MADDELERİNİN PVC DUVAR KAPLAMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

### INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF FLAME RETARDANT ADDITIVES ON PVC WALL COVERINGS

**Selin ÖZDEMİR**

Sanem Plastik Tasarım Merkezi (Sorumlu Yazar)

**İrem FİNCAN**

Sanem Plastik Tasarım Merkezi

**Özgür ÇOPKUR**

Sanem Plastik Tasarım Merkezi

**Mustafa BİRİCİKÖZCAN**

Sanem Plastik Tasarım Merkezi

#### ÖZET

PVC'den üretilmiş malzemeler günlük yaşantımızda önemli bir yere sahip olup, tüketimi de günden güne artmaktadır. PVC, ısı ve/veya oksidatif bozunma sürecinde dehidroklorinasyon reaksiyonundan dolayı ortama zehirli gazlar açığa çıkarır. Bu sebeple alev geciktirici katkı maddeleri içeren PVC formülasyonları giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, alev geciktirici katkı maddelerinin PVC üzerindeki etkileri, endüstriyel ölçekte üretim yapan ve bir planet ekstrüzyon sistemi kullanan işletmede; yumuşak PVC film üretimi ile başlayıp yapı sektöründe kullanılmak üzere duvar kaplaması ürününe dönüşüm prosesleri üzerinde incelenmiştir.

Alev geciktirici katkı maddesi olarak farklı miktarlardaki Alkil Aril Fosfat, Alüminyum Trihidroksit, Antimon trioksit, Çinko borat kompleksi bileşiklerinin farklı oranlardaki karışımları kullanılmıştır.

Elde edilen PVC film örneklerinin ısı ve mekanik özellikleri incelenmiş olup, elde edilen örneklerle yanmazlıklarının incelenmesi için FTIR analizleri ve mekanik özelliklerinin incelenmesi için kopma uzama testleri uygulanmış, sonuçlar incelenerek alev geciktirici katkıların ürünün yanmazlık, ısı dayanım ve mekanik özellikleri üzerinde nasıl etki yaptığı incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** PVC Duvar kaplaması, Alkil Aril Fosfat, Alüminyum Trihidroksit, Antimon trioksit, Çinko borat

#### ABSTRACT

Materials made of PVC have an important place in our daily life and their consumption is increasing day by day. PVC releases toxic gases into the environment due to its dehydrochlorination reaction during its thermal and / or oxidative decomposition process. For this reason, PVC formulations containing flame retardant additives are becoming more and more important.

In this study, the effects of flame retardant additives on PVC in an industrial scale production enterprise using a planetary extrusion system; It has been investigated on the processes starting with the production of soft PVC film and transforming it into a wall covering product for use in the building sector.

Mixtures of different amounts of Alkyl Aryl Phosphate, Aluminum Trihydroxide, Antimony trioxide, Zinc borate complex compounds in different proportions were used as flame retardant additives.

The thermal and mechanical properties of the obtained PVC film samples were examined, FTIR analyzes were applied to the samples obtained to examine their incombustibility and elongation tests

were applied to examine their mechanical properties, and the effects of the flame retardant additives on the non-flammability, thermal resistance and mechanical properties of the product were examined.

**Keywords:** PVC Wall covering, Alkyl Aryl Phosphate, Aluminum Trihydroxide, Antimony trioxide, Zinc borate

## 1. GİRİŞ

PVC'den üretilmiş malzemeler günlük hayatımızda önemli bir yere sahip olup, tüketimi de günden güne artmaktadır. Pvc malzemeler hafif ve buna rağmen güçlü bir yapıya sahip olması, dayanıklı, iyi darbe dayanımı, yüksek tokluk, korozyona karşı dayanım, uygun maliyet ve bakım giderlerine sahip olması, izolasyon özelliklerinin yüksek olması ve yanma eğiliminde olmaması gibi birçok özelliklerinden dolayı yapı ve inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır [1,2].

Duvar kaplamaları konut ve ticari yapıların iç cephesinde kullanılan esnek PVC uygulamalardan biridir. PVC duvar kaplamaları yapısında PVC'ye ek olarak, pigment, küf giderici, mantar öldürücü, alev geciktirici, plastikleştirici, stabilize edici, dolgu ve biyositler gibi katkıları da bulunabilmektedir [2,3].

Alev geciktirici katkı maddeleri eklendiği üründe, yanmanın başlamasını ve/veya ilerlemesini engelleyerek, bazı durumlarda can ve mal güvenliğini, bazı durumlarda da çevreyi korumaya yardımcı olurlar [4].

Plastik malzemeler, kimyasal yapılarına bağlı olarak, belirli kritik sıcaklıkların üzerinde ısıtıldıklarında bozunarak uçucu ve yanabilen ürünler açığa çıkarmaktadırlar. Açığa çıkan bu uçucu bileşikler, hava oksijeni ile temas ettiğinde ve ortam sıcaklığı tutuşma sıcaklığı üzerindeyse yanma süreci başlamaktadır. Plastik içeriğe eklenen katkı maddeleri ise yanma hızını ve ısı çıkışını azaltıcı yönde yanma prosesini geciktirir ya da engeller [8].

Bu çalışmada, 200-250µ kalınlıkta yumuşak PVC film levhalar kullanılmıştır. PVC film levhaların üretiminde süspanسیون polimerizasyonu ile üretilmiş 100µ ve beyaz toz halde PVC hammaddesi kullanılmıştır. Standart PVC film üretiminde PVC ye ek olarak; plastifiyan, kalsiyum karbonat yapıda dolgu, proses ısı ve sıcaklığını indirmek için proses yardımcıları ve ısı stabilizatörü, kaydırıcı ajanlar ve pigmentler kullanılmaktadır. Yanma özelliklerini minimize etmek üzere yapılan deneysel çalışmalarda PVC'ye ek olarak farklı tip plastifiyan, Alüminyum trihidroksit, Antimon trioksit ve Çinko Borat kompleksi gibi hammaddeler ile formüle edilmiştir. Deneysel çalışmalar sırasında laboratuvar tipi mikser ve yine laboratuvar tipi kalender makinası (two roll mill) kullanılmıştır.

Kullanılan alev geciktirici katkı maddelerinin PVC filmlerin mekanik özellikleri üzerine etkisini incelemek üzere, filmler mekanik kopma uzama testine tabi tutulmuştur. Kopma uzama testi ile elde edilen değerler standart ürüne ait değerler ile karşılaştırılmış, katkı malzemelerinin ürün üzerindeki etkisi incelenmiştir.

PVC film numunelerinin yanma öncesi ve sonrası içerik analizleri yapılarak ürün muhteviyatının ne ölçüde değiştiği FTIR analizleri ile belirlenmiştir.

### 1.1. Alev Geciktirici Katkı Maddeleri

PVC yapı itibarıyla %56,8 oranında klor içeren bir polimer olup, yapısındaki klordan dolayı ısıya dayanmaya çok yatkındır. Ana zincirdeki klor atomları, ısı ve ışık etkisiyle zamanla HCl açığa çıkararak bulunduğu ürünün renginin sarıdan, kırmızı, kahverengi ve son olarak siyaha dönüşmesine sebep olur. Bu süreçte bulunduğu ürünün fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin de kaybolmasına sebebiyet verir. [4,5,6].

PVC kendi başına yanıcı karakterde değildir. Fakat PVC'yi plastikleştirmede kullanılan başta plastifiyan olmak üzere pek çok hammadde, elde edilen filmin yanmasına sebebiyet verir. Çalışmada alev geciktirici seçiminde aşağıdaki özellikler dikkate alınarak formülasyon yapılmıştır [4].

- Kuvvetli endotermik reaksiyon ile içinde bulunduğu malzemenin bozunma ısısına yakın sıcaklıkta (150-400°C) oldukça fazla H<sub>2</sub>O ve/veya CO<sub>2</sub> vermektedir.



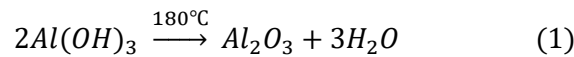
- Bozunma esnasında yüzey alanı yüksek oksit tabakalar oluşturabilmelidir.
- Safsızlık içermemelidir.

## 1.2. Alev Geciktiricilerin Proses Üzerindeki Etkileri

### Soğutma Metodu:

Çalışmada bu amaçla Alüminyum Trihidroksit (ATH) kullanılmıştır. ATH'nin en önemli özelliği yapısında ağırlıkça %34,6 oranında H<sub>2</sub>O bulunmasıdır. ATH'nin yanma reaksiyonundaki ayrışması endotermik bir süreç olup, ısının emilimi sayesinde alev ve yüzey sıcaklığı azaltılır. Yapısındaki bu suyu 180°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda serbest bırakır ve ağırlığının %53'ünün yanıcı olmayan karbondioksit ve su buharına dönüşmesi nedeniyle, çıkan duman ve yanıcı gazları seyreltir [7].

ATH, yoğunlaşmış fazda ise katı inorganik tortu tabakası oluşturarak alev geciktirici etki gösterir. Ayrıca yanma esnasında fiziksel bir bariyer oluşturarak ısı ve polimer arasındaki transferi engeller. [10, 11].



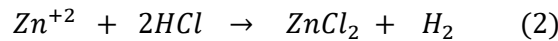
Formül karışımına eklenen Al(OH)<sub>3</sub> in endotermik yanma reaksiyonu sonucu oluşan reaksiyon ürünleri (1) deki reaksiyonda gösterilmiştir. Açığa çıkan H<sub>2</sub>O su buharı şeklinde ortamda yerini alarak, eriğik PVC nin soğutulmasını sağlar. Buna ilave olarak H<sub>2</sub>O buharı havadaki O<sub>2</sub> içinde çözünerek daha çok su buharı oluşmasını sağlar. Diğer bir reaksiyon ürünü olan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ise ortamda kömürleşme eğilimindeki malzemeleri kaplayarak izole edici bir tabaka oluşturur [10, 11].

### Koruyucu tabaka Metodu

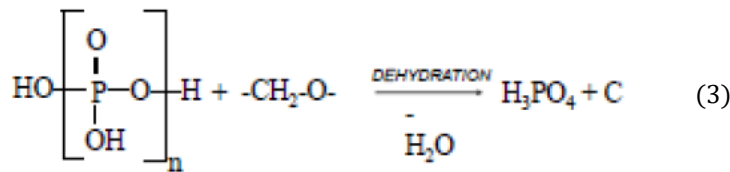
Çalışmada bu amaçla Çinko Borat kompleksi ile Alkil Aril Fosfat türü bir plastifiyan kullanılmıştır.

Formül karışımına eklenen Çinko Borat kompleksi 2ZnO.3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O yapısında olup en az %46 Borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) ve %38 Çinko oksit (ZnO) içermektedir.

PVC'nin yanması esnasında yoğunlaşmış fazda etki eder. Ayrışma reaksiyonu sonucu (2) su buharı açığa çıkararak PVC yüzeyinin soğutulmasını ve ortamdaki yanıcı gazların derişiminin azaltılmasında rol oynar. Buhar fazında Zn<sup>+2</sup> iyonları HCl ile reaksiyona girerek Çinko klorür oluşturulmasını sağlar [13].

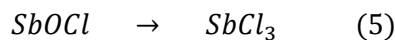
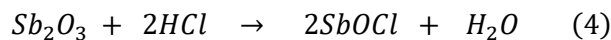


Fosfor içeren plastifiyanlar yanma reaksiyonu sonucu fosforik asit olarak ayrışır. Fosforik asit oksijenli ortamda PVC'yi dehidrasyona uğratarak ortamda su buharı oluşmasını ve hidrokarbon bileşiklerin karbon olarak ortama katılmasını sağlar. Oluşan karbon koruyucu tabaka olarak reaksiyona girmemiş PVC'nin yanmasını engeller [9].



### Serbest Radikal Metodu

Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1550 °C sıcaklıkta süblimleştiği için yanmanın ilk aşamasında oldukça inerttir. Yapılan çalışmalarda Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, klorlu polimer ve diğer katkıların reaksiyona girmesi sonucunda antimon oksiklorürlerin oluştuğu belirlenmiştir [14].



Oksiklorürlerin bir bölümü alevin içine doğru uçuşsa da, antimon triklorürün serbest radikalleri yakalayarak alev reaksiyonlarının engellenmesine büyük oranda katkıda bulunduğu belirlenmiştir [14].

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Malzemeler

Duvar kaplaması olarak kullanılacak PVC filmlerin laboratuvar ortamında üretilebilmesi için gerekli hammaddeler ilgili tedarikçilerden sağlanmıştır. S-PVC için Petkim Petrokimya Holding A.Ş.'den S39/71 kodlu süspansiyon tipi PVC, plastifiyan için Valtris Specialty Chemicals, Inc. firmasına ait Santicizer 141, Eco Chem International n.v. firmasına ait ATH 110, Campine n.v. firmasına ait ATO Antimon Trioksit MT ve Eco Chem International n.v. firmasına ait Çinko Borat ZB 35 ürünü kullanılmıştır. Çalışmalarda ekstrüzyon ve kalenderleme sırasında ısı ve sıcaklık stabilizatörleri ile renklendirme amaçlı Titan dioksit ve mavi pigment de kullanılmıştır.

### 2.2. Metot

Formül çalışmaları Tablo 1'de gösterildiği gibi 4 ayrı çalışma üzerinden yürütülmüştür.

**Tablo 1.** Yanma Dayanımı için Hazırlanan Formül Çalışmaları

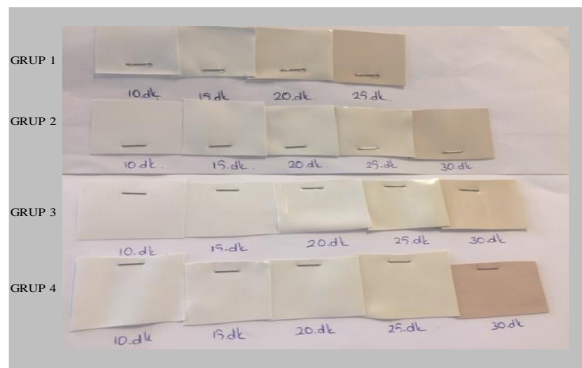
|        | SANTICIZER<br>141 | ATH 110 | ZB 35 | ATO MT |
|--------|-------------------|---------|-------|--------|
| GRUP 1 | 35                | 10      | 20    | 20     |
| GRUP 2 | 35                | 15      | 20    | 20     |
| GRUP 3 | 35                | 20      | 20    | 20     |
| GRUP 4 | 38                | 25      | 20    | 20     |

Her bir formül denemesinde yanma dayanımı sağlayacak katkıların yanında ekstrüder ve kalenderde erime ve filmleşmeyi sağlayacak katkıları da Tablo 2'de belirtilen oranlarda her bir formüle ilave edilmiştir.

**Tablo 2.** Ekstrüzyon ve Kalenderleme için Eklenen Hammaddeler

|               |      |
|---------------|------|
| PVC S39/71    | 100  |
| STABİLİZATÖR  | 4.5  |
| TITAN DİOKSİT | 3    |
| STEARİK ASİT  | 0.3  |
| MAVİ PİGMENT  | 0.04 |
| PROSES AJANI  | 3.5  |

Mikserleme işlemi için belirtilen hammaddeler fiziksel karışım yoluyla karıştırılmıştır. Toz halde elde edilen karışımlar 2 silindirli laboratuvar tipi two roll mill cihazına beslenmiştir. Besleme öncesi cihazda bulunan krom kaplı silindirler; 1.silindir 175°C ve ikinci silindir 170°C olacak şekilde set değerleri girilmiş ve hedeflenen film kalınlığı için silindirler arası açıklık ayarlanmıştır. Hedeflenen sıcaklık değerlerine ulaşıldığında her bir karışım silindirler arasına beslenmiştir. Bu aşamadan sonra 10.dk dan itibaren her 5 dk da bir numune alınarak 30dk boyunca her bir formülün dinamik ısı davranışı Şekil 1'deki gibi elde edilmiştir.

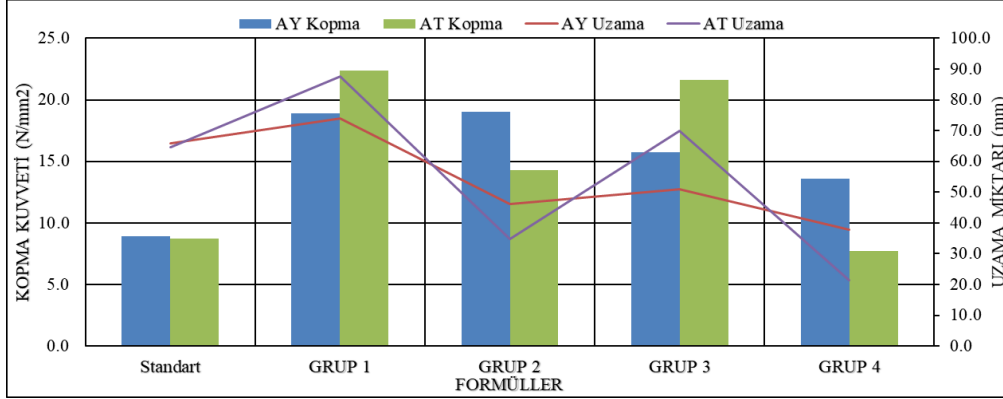


**Şekil 1.** Gruplara Ait Dinamik Isı Davranışları

### 3. SONUÇ

#### 3.1. Mekanik Test Sonuçları

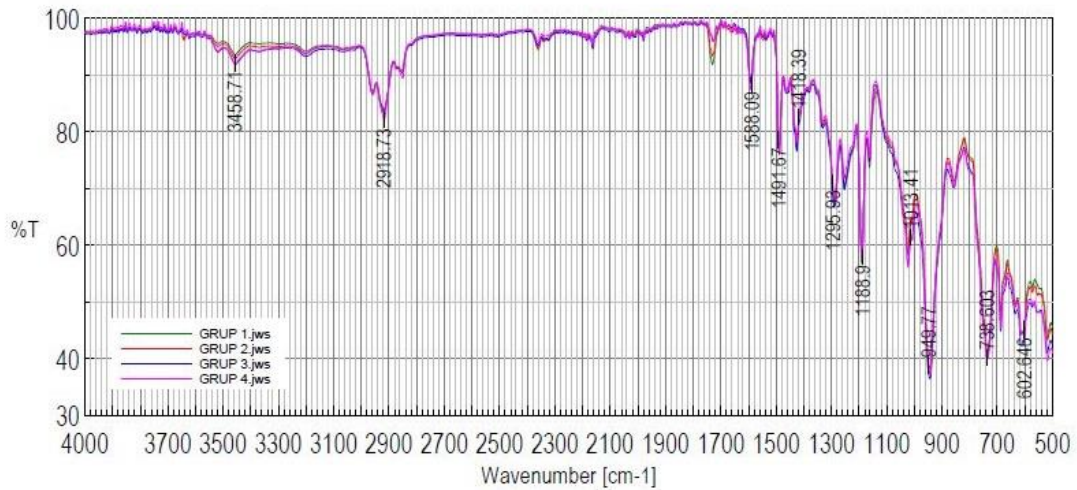
Yanma dayanımı sağlamak üzere hazırlanan film numuneleri mekanik özellikleri incelenmek üzere Devotrans marka Çekme Kopma Test cihazında test edilmiştir. Test işlemi ASTM 882-12 standardına göre yapılmış ve her bir grubun kopma kuvveti ile kopma anına kadarki uzama miktarı ölçülmüştür. Buna göre tüm gruplarda elde edilen kopma değerlerinin daha yüksek olduğu uzama değerlerinin ise standart numuneye kıyasla daha az oranda artış gösterdiği görülmüştür. Bu sebeple elde edilen film numuneleri standarda göre daha sert ve mukavim yapı kazandığı belirlenmiştir.



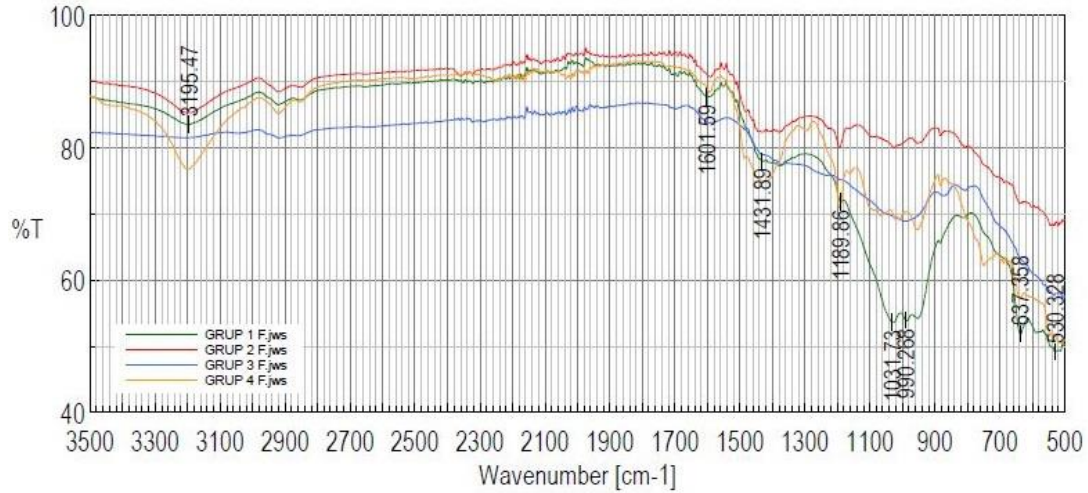
Şekil 2. Standart Duvar Kaplaması Filmine göre Her bir Gruba ait Kopma-Uzama Değerleri

#### 3.2. FTIR ATR Sonuçları

Çalışmada Jasco marka FT/IR 4600 type A model test cihazı kullanılmıştır. Çalışmada yanma öncesi ve sonrası film numunelerinin yapıları incelenmiştir. Şekil 3'te 4 gruba ait spektrumlarında benzer pikler elde edilmiş, 3400-3500 cm<sup>-1</sup> aralığında NH bağlarının, 3000-2900 cm<sup>-1</sup> aralığında asimetrik CH<sub>2</sub> gruplarının, 1418 cm<sup>-1</sup>, 949 cm<sup>-1</sup> bantlarında P-CH<sub>2</sub> ve P-OH gruplarının varlığı belirgin olarak tespit edilmiştir. Filmlerin yanması sonrasında alınan spektrumlar ise Şekil 4'te verilmiş olup, 3195 cm<sup>-1</sup>, 1601 cm<sup>-1</sup> bandında N-H bağları, 1431 cm<sup>-1</sup> ve 1031 cm<sup>-1</sup> bandında P-CH<sub>2</sub>, P-O-R bağları, 637 cm<sup>-1</sup> ve 530 cm<sup>-1</sup> bantlarında C-Cl bağlarının varlığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. Yanma Öncesi Gruplara ait FTIR Spektrumu



Şekil 4. Yanma Sonrası Gruplara ait FTIR Spektrumu

Duvar kaplaması ürünleri için gerekli mukavemet değerleri öncelikli koşul olmakla birlikte, yangın performansının sağlanması için eklenen alev geciktirici katkıların kopma kuvveti değerlerinde artış sağlayarak daha mukavim filmlerin elde edilmesine olanak sağlamıştır. Kopma kuvvetlerindeki artışa paralel olarak kopma anındaki uzama miktarlarında da belirgin artışlar elde edilmiş fakat standart ürüne kıyasla uzama değerleri daha düşük oranda artmıştır. Bu sebeple eklenen katkıların film yapısında sertliğe neden olduğu anlaşılmaktadır.

FTIR spektrumlarından alınan sonuçlara göre yanma öncesi ortamda bulunan fosfat gruplarının yanma sonucunda fosforik asit olarak alındığı, PVC yapıdan ayrıışan Cl<sub>2</sub> bileşiklerinin C-Cl, Sb-Cl bağları oluşturarak ortamda kaldığı ve yanma sonucu bazı gruplarda belirgin borik oksit ve çinko oksit yapılarının ortaya çıktığı belirlenmiştir.

#### 4. KAYNAKÇA

1. [http://www.pagev.org.tr/contents\\_TR.asp?id=12&pid=351](http://www.pagev.org.tr/contents_TR.asp?id=12&pid=351)
2. Composites in Construction: A Reality, Eds., E. Cosenza, G. Manfredi and A.Nanni, 2001, ASCE Publications, Reston, VA, USA.
3. R.B. Seymour in Applications of Polymers, Eds., R.B. Seymour and H.F. Mark, Plenum Press, New York, NY, USA, 1988, 125.
4. Kaya M., Osmmgad Cnhmlles Müh. Mim. Fiili. Dtrglsl, C. XI, S. 2, 199S Eng. & Arch. Fac., Osmangazi Üniversitesi, VoL XI, No. 2, 1998.
5. Schmitt E., 2007, "Flame retardants Phosphorus-based flame retardants for thermoplastics", Plastics Additives and Compounding, Vol:9(3), pp:26–30.
6. Çakal G.Ö., Göğebakan Z., Coşkun S., 2012, "Investigation of Synergistic Effect of Boron on Fire Retardancy of Cotton Fabrics", Textile and Apparel, Vol:18 (4), pp:547–553.
7. LKAB Minerals 2017; <http://www.lkabminerals.com/en>.
8. Aydoğan, B., & Usta, N. (2017). Investigation into the effects of intumescent flame retardant addition on flame resistance and harmful emissions of rigid polyurethane foams. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 23(8), 984-989.
9. Gamrath, H. R., Hatton, R. E., & Weesner, W. E. (1954). Chemical and physical properties of alkyl aryl phosphates. Industrial & Engineering Chemistry, 46(1), 208-212.
10. Goudarzi, Mojgan, et al. "Synthesis and characterization of Al (OH) 3, Al 2 O 3 nanoparticles and polymeric nanocomposites." Journal of Cluster Science 27.1 (2016): 25-38.
11. Tetkik, Maden, and Arama Genel Müdürlüğü. "Dünyada ve Türkiye’de Huntit."
12. Williamblythe, 2017; Huber Engineered Materials, 2014; Polymer Additives Group, 2017; Borax, 2017;
13. GIUDICE C. A., BENITEZ J. C., 2001, Zinc borates as flame-retardant pigments in chlorine-containing coating, Progress in organic coatings, 42 (1/2), 82-88.
14. Weil, Edward D., and Sergei V. Levchik. Flame retardants for plastics and textiles: practical applications. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2015.

## УНИВЕРСАЛЬНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

ШВЕЦ С. В.

Сумский государственный университет

**Аннотация.** На основе концепции предельной работы режущего инструмента создана универсальная, простая и понятная методика расчета параметров режима резания для всего существующего ассортимента инструментальных материалов разных производителей.

Скорость резания рассчитывается путем управления расходом ресурса работоспособности лезвия с определенной геометрией. Учитывается допустимый износ, глубина резания, подача и стойкость инструмента при обработке материала с определенными механическими свойствами.

Жизненный цикл системы резания определяется долговечностью лезвия, запасом прочности, который расходуется с определенной скоростью в зависимости от условий эксплуатации. Ресурс надежности не зависит от того, как расходуется его резерв, если изменение режима работы не вызывает радикальных изменений свойств материала инструмента (при достижении критической температуры, предельных нагрузок, химических превращений). Следовательно, наибольшая работа, которую можно выполнить при заданном износе лезвия, является постоянной и не зависит от условий резания. Это позволяет при наличии расчетных формул, обеспечивающих функциональную взаимосвязь между параметрами режима резания и выполняемой при этом работы, установить значения параметров резания при заданных значениях стойкости инструмента и износа лезвия.

В процессе резания возможны различные виды износа лезвий [1 - 4]. Возможен температурный износ, в результате которого лезвие теряет свою геометрическую форму при температуре, превышающей критическое значение для данного инструментального материала. Лезвие может растрескиваться при резком изменении температур на его поверхностях или разрушаться при ударах и создании напряжений, превышающих предел прочности инструментального материала. Такие виды износа можно предотвратить, регулируя силовые и тепловые нагрузки.

Однако кинематических пар без износа не существует. При трении двух различных по прочности материалов изнашиваются (разрушаются) оба материала. Это связано с тем, что при трении происходит циклическое нагружение контактирующих областей и ослабляется поверхность даже более прочного материала. Таким образом, износ инструментального материала при его контакте с обрабатываемым неизбежен, даже при минимальных тепловых нагрузках в зоне резания. Но, как известно, стружкообразование происходит в условиях высоких температур и давлений. На рис. 1а, в соответствии со схемой И. В. Крагельского [5], показаны очаги схватывания обрабатываемого (сверху) и инструментального (снизу)

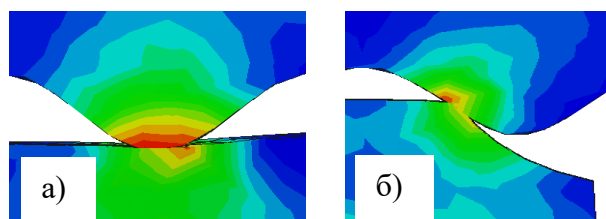


Рис. 1. Контактное взаимодействие обрабатываемого материала с поверхностью лезвия

материалов. При единичном взаимодействии разрушается обрабатываемый материал. Инструментальный материал (как более прочный) не повреждается. Но многократное повторение этого процесса вызывает усталостные явления на поверхности лезвия. Предел прочности инструментального материала в области циклического схватывания снижается и, в определенный момент, происходит разрушение. Наибольшее количество таких схватываний это предельное количество циклов нагружения микро участков. Лавина микро

разрушений – износ. Это адгезионно-усталостный износ. Усталостный износ может наблюдаться и без адгезии. На рис.1б показан периодический (циклический) контакт области, выступа, инструментального материала с обрабатываемым при их относительном перемещении.

Следовательно, при правильной технологической и инструментальной подготовке, исключающей критические силы и температуры на поверхностях лезвия, его износ происходит в результате усталостных явлений, которые развиваются под воздействием циклического нагружения микронеровностей его поверхности объемами обрабатываемого материала.

Выполняемую при этом работу можно определить следующим образом. Пусть область поверхностного слоя инструментального материала на площади  $F$  толщиной (или высотой)  $dx$ , в соответствии с рис. 1, подвержены циклическому изгибу. Тогда элементарная работа, выполненная при его разрушении равна:

$$dW = \sigma_c \cdot dx \cdot F \cdot z = \sigma_c \cdot dV \cdot z, \quad (1)$$

где  $\sigma_c$  – предел прочности при изгибе инструментального материала;

$dV$  – разрушенный в результате износа элементарный объем;

$z$  – предельное, разрушающее число циклов для инструментального материала;

Отсюда можно записать, что полная работа износа равна:

$$W = \sigma_c z \int dV = \sigma_c z V. \quad (2)$$

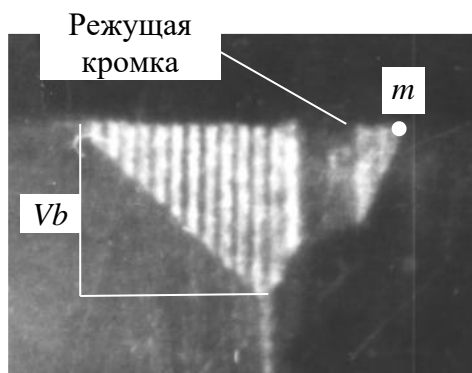


Рис. 2. Формирование усталостного износа

Форма и размер площадки износа, изношенный объем  $V = \int dV$ , зависят от формы режущего клина. Износ в первую очередь развивается на вершине лезвия. Развитие площадки износа на задней поверхности вдоль главной режущей кромки ограничено глубиной резания  $f$  (точка  $m$  на рис. 2).

Отсекая материал лезвием плоскостью, параллельной скорости резания, проходящей через точку  $m$  на различном расстоянии от вершины, можно моделировать развитие усталостного износа лезвий по задней поверхности. За критерий износа часто принимают максимальный размер изношенной поверхности, измеренный в направлении скорости резания,  $Vb$ . Выбирая значения геометрии лезвия (задние углы  $\alpha_n$  и  $\alpha_{n1}$ , углы в плане  $\kappa_r$  и  $\kappa_{r1}$ , радиус при

вершине  $r_l$ , передний угол  $\gamma_n$ , угол наклона режущей кромки  $\lambda_s$ ), глубину резания  $a_p$ , используя возможности современных графических редакторов, можно рассчитать изношенный объем при заданном износе по задней поверхности  $Vb$ .

Для инженерных расчетов, на основании анализа электронной модели износа лезвия, создана формула [6] для определения изношенного объема. Изменяя последовательно один из параметров ( $\gamma_n = -15, \dots, 15$ ;  $\alpha_n = 1, \dots, 20$ ;  $\alpha_{n1} = 1, \dots, 20$ ;  $\kappa_r = 30, \dots, 90$ ;  $\kappa_{r1} = 5, \dots, 30$ ;  $r_l = 0,2, \dots, 5$ ;  $a_p = 0,1, \dots, 5$ ;  $\lambda_s = -20, \dots, 20$ ;  $Vb = 0,25, \dots, 4,15$ ), влияющий на размер изношенного объема, отсекаемого плоскостью параллельной скорости резания, сформирована степенная зависимость изношенного объема от этого параметра. Объединение всех полученных зависимостей при одних и тех же значениях изменяемых параметрах для всех экспериментов позволяет записать:

$$V = \frac{1569 \cdot (\lambda_s + 40)^{0,0657} \cdot a_p^{2,0151} \cdot r_l^{0,2612} \cdot Vb^{2,4009}}{(\gamma_n + 20)^{0,042} \cdot (\alpha_n + 10)^{1,155} \cdot (\alpha_{n1} + 10)^{0,722} \cdot \kappa_r^{0,424} \cdot \kappa_{r1}^{1,312}}, \text{ мм}^3. \quad (3)$$

Очевидно, что аппроксимирующая функция (3) допускает и экстраполяцию.

Полная энергия, расходуемая при выполнении работы износа по задней поверхности, формируется за счет механической работы трения и поступления тепла из других зон теплообразования. Объем поступающего тепла будет зависеть от свойств обрабатываемого и инструментального материалов, от сечения среза и от геометрической формы режущей пластины.

Удельная работа трения на задней поверхности и удельная работа резания одинаково зависят от физико-механических свойств обрабатываемого материала – чем больше работа резания, тем больше и работа трения. Но значение работы трения, наряду с физико-механическими свойствами инструментального материала, однозначно определяется размером изношенной площадки, тогда как выполненная при этом работа резания, в зависимости от площади сечения срезаемого слоя, может изменяться в широких пределах.

Учитывая (2) и (3) можно определить полную работу резания при достижении заданного значения износа по задней поверхности  $V_b$ , т.е. ресурс работоспособности режущего инструмента:

$$W_{V_b} = V_b^{2,4009} \cdot \frac{1569 \cdot (\lambda_s + 40)^{0,0657} \cdot a_p^{2,0151} \cdot r_l^{0,2612} \cdot \eta \cdot e^{f \cdot a_p} \cdot \sigma_c \cdot z}{(\gamma_n + 20)^{0,042} \cdot (\alpha_n + 10)^{1,155} \cdot (\alpha_{n1} + 10)^{0,722} \cdot \kappa_r^{0,424} \cdot \kappa_{r1}^{1,312}}, \text{ Дж} \quad (4)$$

Например, в формуле (4) для Carbide P20 (15% TiC, 6% Co) предел прочности при изгибе, согласно ГОСТ 3882-74,  $\sigma_c = 1,176$  ГПа; предельное, разрушающее, число циклов для инструментального материала, согласно [7],  $z = 10^6$ .

Жизненный цикл системы резания определяется стойкостью лезвия, запас надежности которого расходуется с определенной скоростью, в зависимости от условий эксплуатации. Ресурс надежности не зависит от того, каким образом расходуется ее запас, если изменение режима эксплуатации не вызывает коренных изменений в свойствах инструментального материала (при достижении критической температуры, предельных нагрузок, химических превращений). Следовательно, наибольшая работа, которая может быть выполнена при заданном износе лезвия, величина постоянная и не зависит от режимов резания. Это позволяет при известной функциональной зависимости между параметрами режима резания, применяемыми на определенном отрезке времени, и выполненной при этом работой, устанавливать значения параметров режима резания при заданных значениях стойкости и износа лезвия.

Работа резания определяется через удельную силу резания:

$$W_c = k_c \cdot f \cdot a_p \cdot v \cdot T, \quad (5)$$

где  $k_c$  - удельная сила резания, уже представлена в каталогах многих производителей [1, 2, 8, 9].

Производители инструментального материала, на основании собственных исследований, могут снабжать режущие пластины для соответствующих групп обрабатываемости выражениями типа  $W_{V_b} = f(V_b)$ , которые будут использованы как формула (4). Приравнявая  $W_{V_b}$  и  $W_c$  (выражения (4) и (5)) при заданной стойкости, глубине резания и выбранной подаче легко определить скорость резания.

Рассмотренная методика расчета параметров режима резания является универсальной, более точной и не зависит от маркировки инструментальных материалов.

Для внедрения предложенной методики желательно получать от производителей инструментальных материалов следующие характеристики:  $\sigma_c$  – предел прочности при изгибе,  $z$  – предельное, разрушающее, число циклов.

Расчеты по рассмотренной методике позволяют определять не такие исходные значения параметров режима резания, которые подлежат корректировке на практике, а окончательные

оптимальные их значения для выбранного сочетания «инструментальный-обрабатываемый» материалы.

### Список литературы

- [1]. ISCAR. (2019). Complete Machining Solution. Non-Rotating Tool Lines.
- [2]. Kennametal. (2018). Master Catalog 2018. Volume one - Turning.
- [3]. Loladze T.N. (1967) Requirements of Tool Material - Advances in Machine Tool design and research. Proceedings of the 8TH International M.T.D.R. conference university of Manchester, Pergamon press. – Pp. 821 – 843.
- [4]. Braithwaite E.R. (1964) Solid lubricants and surfaces. – Pergamon press, Oxford – London – New York – Paris. – 285 pp.
- [5]. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. (1977) Основы расчетов на трение и износ. – Москва: Машиностроение. – 526 с.
- [6]. Astakhov V.P., Shvets S.V. (2020) Technical Resource of the Cutting Wedge is the Foundation of the Machining Regime Determination, International Journal of Manufacturing, Materials, and Mechanical Engineering (IJMMME). Volume 10, Issue 2.- Pp.1-17. DOI: 10.4018/IJMMME.2020040101.
- [7]. Остафьев В.А.(1979) Расчет динамической прочности режущего инструмента. – Москва: Машиностроение. – 169 с.
- [8]. Walter. (2019). Perform line - economic, reliable, highest quality.
- [9]. Mitsubishi Carbide. (2019). Coated Carbide (CVD) Selection Guide. Retrieved from [http://www.mitsubishicarbide.com/en/technical\\_information/tec\\_turning\\_tools/tec\\_turning\\_insert/tec\\_turning\\_grades/tec\\_turning\\_diacoat\\_cvd](http://www.mitsubishicarbide.com/en/technical_information/tec_turning_tools/tec_turning_insert/tec_turning_grades/tec_turning_diacoat_cvd)

## UNIVERSAL PARAMETER CALCULATION METHOD METAL CUTTING MODES

### ABSTRACT

Using the concept of the ultimate work (service life) of the blade, a universal, simple and understandable method for calculating the parameters of the cutting mode has been created for the entire existing range of tool materials from different manufacturers.

By controlling the resource consumption of the blade with a certain geometry, allowable wear and material by assigning the depth of cut, feed and tool life when processing material with specific mechanical properties, the cutting speed is calculated.

The life cycle of the cutting system is determined by the durability of the blade, the safety margin, which is consumed at a certain rate, depending on the operating conditions. The reliability resource does not depend on how its reserve is spent, if the change in the operating mode does not cause radical changes in the properties of the tool material (upon reaching the critical temperature, ultimate loads, chemical transformations). Consequently, the greatest work that can be performed for a given blade wear is constant and does not depend on cutting conditions. This allows, in the presence of design formulas that allow to establish the functional relationship between the parameters of the cutting mode used for a certain period of time, and the work performed at the same time, to set the values of the parameters of the cutting mode at the given values of the tool life and wear of the blade.



## YOĞUN BAKIM ÜNİTESİNDE COVID-19 POZİTİF HASTALARLA ÇALIŞAN HEMŞİRENİN DENEYİMLERİ: OLGU SUNUMU

THE EXPERIENCES OF A NURSE GIVING THE NURSING CARE TO COVID-19 POSITIVE  
PATIENTS: A CASE REPORT

**Fatma BİRGİLİ**

Dr. Öğr. Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, ORCID ID: 0000-0003-0942-2122

**Nezihe BULUT UĞURLU**

Prof. Dr. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, ORCID ID: 0000-0003-2860-1169

### ÖZET

Dünya Sağlık Örgütü, Pandemi ve Salgın Hastalıklar Dairesi (WHO-PED), COVID-19'dan etkilenen popülasyonlar üzerindeki etkiyi azaltmak, uluslararası yayılmayı sınırlandırmak ve yeniden ortaya çıkan salgın hastalıkları ele almak için stratejiler, girişimler ve mekanizmalar geliştirir. Politikaların ve protokollerin bir kısmı, hastalarla nasıl başa çıkılacağı konusunda hemşireler tarafından yönetilen sağlık ekibinin rolüne odaklanmıştır. COVID-19 yeni bir virüs salgını olduğundan, tüm COVID-19 protokollerinin esas olarak hemşireler tarafından uygulanması beklenmektedir. Hemşirelerin rolü, hasta bakımında hasta bakımının ötesine geçmektedir. Hemşireler, dünya çapında üçüncü önde gelen ölüm nedeni olarak kabul edilen COVID-19 gibi bulaşıcı hastalıkları yönetmek ve azaltmak için sağlık hizmetlerinin hazırlanmasında ve sunumunda çok önemli bir rol oynamaktadır

Yapılan çalışmalarda toplam COVID-19 pozitif vakalarının % 5 ila 20'si bir yoğun bakım ünitesine (YBÜ) kabul edilmeyi gerektirmiş ve akut solunum sıkıntısı sendromu geliştiren kritik hastalarda mortalite yaklaşık % 50 olmuştur. COVID-19 hastalarında, sağlık çalışanlarının COVID-19'a maruz kalma riski yüksektir ve kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanımı zorunludur. COVID-19'lu YBÜ hastalarında aerosol üreten prosedürler gerçekleştirmek için negatif basınçlı odalar önerilmektedir. Ne yazık ki, Yoğun Bakım Ünitesinde negatif basınçlı odalar bulunmamaktadır. Bu nedenle tüm YBÜ klinik alanı (yatak ünitesi, hemşire istasyonu, toplantı alanı vb.) "*Kontamine alan*" olarak kabul edilmiştir. Sağlık çalışanlarının KKE'lerinin giyilmesi ve çıkarılması için iki ayrı alan oluşturulmuştur. KKE ihtiyacı, hemşirelik iş yükünü ve yorgunluğu önemli ölçüde artırmıştır. Koruyucu ekipmanların kullanılması vücut ısısını artırmakta ve sadece birkaç saat tolere edilebilmektedir. Bu nedenle, izole hastalara ayrılmış odalarda bakım için her 2-3 saatte bir rotasyon düzenlenmiştir. YBÜ, YBÜ deneyimi olmayan diğer kliniklerden rotasyona gelen ya da yeni mezun hemşireler tarafından desteklenmek zorunda kalmıştır. Ayrıca, COVID-19 yoğun bakım ünitelerine hasta yakınlarının girmesi yasaklanmış, bu nedenle, teması sağlamak için hastalar ve yakınları arasında iletişim sağlanmıştır. Tüm bu zorlu koşullarda kesintisiz hizmet sağlayan YBÜ hemşirelerinin çalışma süreçleri gözden geçirilmeli, sağlık güvenliği sağlanmalı ve desteklenmelidir. Bu olgu sunumunda pandemi sürecinde COVID-19 pozitif hastalara bakım veren bir YBÜ hemşiresinin karşılaştığı sorunlar ile ilgili duygu ve düşünceleri, baş etme stratejileri açıklanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** covid-19, hasta, hemşire, yoğun bakım ünitesi, bakım

### ABSTRACT

The World Health Organization, Pandemic and Epidemic Department (WHO-PED) develops strategies, initiatives and mechanisms to reduce the impact on populations affected by COVID-19, limit international spread, and address re-emerging epidemics. Some of the policies and protocols focus on the role of the healthcare team led by nurses in how to deal with patients. As COVID-19 is a

new virus outbreak, all COVID-19 protocols are expected to be implemented mainly by nurses. The role of nurses goes beyond patient care in patient care. Nurses play a pivotal role in the preparation and delivery of healthcare to manage and reduce infectious diseases such as COVID-19, which is considered the third leading cause of death worldwide.

In studies conducted, 5 to 20% of all COVID-19 positive cases required admission to an intensive care unit (ICU), and mortality was approximately 50% in critically ill patients who developed acute respiratory distress syndrome. In COVID-19 patients, healthcare workers have a high risk of exposure to COVID-19 and the use of personal protective equipment (PPE) is mandatory. Negative pressure rooms are recommended for performing aerosol generating procedures in ICU patients with COVID-19. Unfortunately, there are no negative pressure rooms in the Intensive Care Unit. For this reason, the entire ICU clinical area (bed unit, nurse station, meeting area, etc.) was accepted as a "contaminated area". Two separate areas have been set up for healthcare workers to don and take off PPE. The need for KKR has significantly increased the nursing workload and fatigue. The use of protective equipment increases body temperature and can only be tolerated for a few hours. For this reason, a rotation was arranged every 2-3 hours for care in rooms reserved for isolated patients. The ICU had to be supported by nurses who came to rotation from other clinics without ICU experience or who had recently graduated. In addition, patients' relatives were prohibited from entering COVID-19 intensive care units, therefore communication was provided between patients and their relatives to ensure contact. The working processes of ICU nurses, who provide uninterrupted service in all these difficult conditions, should be reviewed, health safety should be provided and supported. In this case report, the feelings and thoughts about the problems faced by an ICU nurse who cared for COVID-19 positive patients during the pandemic process, and coping strategies are explained.

**Keywords:** covid-19, patient, nurse, intensive care unit, care

## GİRİŞ

COVID-19 salgını, sağlık sistemlerini son derece savunmasız bir duruma getiren bir halk sağlığı sorunudur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Ocak 2020'nin sonunda yeni koronavirüsün (COVID-19) dünya çapında hızla yayılmasına yanıt olarak küresel bir salgın ilan etti (Mahase, 2020, Wang ve ark., 2020). 2003 dolaylarında SARS ve H1N1 gibi önceki pandemik deneyimlere rağmen 2009 dolaylarında, bu istisnai bakım bağlamları içinde kritik bakım hemşirelerinin deneyimlerine özgü literatür araştırmasında, çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Hem SARS küresel uyarısı hem de H1N1 küresel pandemi kritik bakım kaynaklarını etkilese de, bu olaylar sırasında hayat kurtaran bakım sağlayan hemşirelerin deneyimleri hakkında çok az şey biliyoruz. Önceki birkaç çalışma, önceki bulaşıcı hastalık salgınlarının ve diğer doğal afetlerin doğrudan hasta bakımı sağlayan genel sağlık çalışanları üzerindeki sosyal, duygusal ve psikolojik etkisini özetlenmektedir (Brooks ve ark., 2018, Ives ve ark., 2009, Khalid ve ark., 2016, Lai ve ark., 2020, Matsuishi ve ark., 2012, McMahon ve ark., 2016, Pan American Health Organization, 2009). Bu çalışmalar, sağlık çalışanlarında travma sonrası stres bozukluğu (TSSB), depresyon, anksiyete ve uykusuzluk belirtileri de dahil olmak üzere önemli psikolojik sıkıntı tanımlamaktadır (Khalid ve ark., 2016, United Nations, 2020, Brooks ve ark., 2018). Yine de kritik bakım hemşirelerine özgü karşılaştırılabilir deneyimler araştırılmamıştır.

Kritik bakım ünitelerindeki ve hastane acil servislerindeki hemşireler, baskı ve belirsizlik altındaki COVID-19 hastalarına bakım sağladılar ve sağlamaya da devam etmektedirler (González-Gil ve ark., 2021).. Mevcut COVID-19 salgınıyla ilgili araştırmalar ortaya çıkmış ve gelişmeye devam etse de, bu salgının dünyada ve ülkemizde kritik bakım birimlerine kabul edilen hastalara doğrudan bakım sağlayan kritik bakım hemşireleri üzerindeki etkisini araştıran çok az şey bulunmaktadır. Kritik bakım bağlamı, *olağan koşullar altında* karmaşıklık ve belirsizlikle dolu bir bağlamdır (Vanderspank-Wright ve ark., 2011). Karmaşıklık, kritik hastalığın doğasından ve ayrıca büyük multidisipliner sağlık ekiplerinde çalışmanın ilişkisel yönlerinden kaynaklanmaktadır. Kritik bakım müdahalelerinin tahmini ve sonuçları açısından belirsizlik yaygındır. Keskinliği ve sonuçları tahmin etmeye yardımcı olan APACHE-II gibi araçların mevcudiyetine rağmen, kritik bir bakım başvurusunda kimin hayatta kalacağını belirlemenin zor olduğunu bilinmektedir. Gelişmiş tedavi yöntemlerinin mevcudiyetine ve

çok sayıda teknolojik müdahaleye rağmen, yoğun bakım ünitesi (YBÜ) hastaları çoğu zaman hastalıklarına yenik düşmektedir; ve YBÜ ölüm oranları küresel olarak % 10 ile % 30 arasında değişmektedir (Coombs, Addlington-Hall ve Long-Sutehall, 2012; Sprung, Cohen, Sjøkvist ve ark. 2003). Ayrıca, yoğun bakım ünitesinde yaşam sonu bakımının çoğu zaman yaşamı sürdürme tedbirlerinin uygulanmamasına ilişkin kararlar göz önüne alındığında (Downar, Delaney, Hawryluck ve Kenny 2016), kritik bakım ortamı çoğu zaman etik diyalog, tartışma ve karmaşık ahlaki değerlerle karşılaşan bir ortamdır. (Forozeiya, Vanderspank-Wright, Fothergill-Bourbonnais, Moreau ve Wright, 2019). Sonuç olarak, yoğun bakım hemşireleri uygulamalarında düzenli olarak karmaşıklık ve belirsizlikle karşı karşıya kalırlar. Diğer YBÜ bakım sağlayıcıları ile birlikte, kritik bakım hemşireleri yüksek etik sıkıntı ve tükenmişlik riski altındadır (Jackson, Vandall-Walker, Vanderspank-Wright, Wishart ve Moore, 2018). En önemlisi, bunlar *olağan* deneyimler şu anda COVID-19 salgını bağlamında gerçek zamanlı olarak büyütülme potansiyeline sahiptir. COVID-19 salgınının karar verme, kaynak tahsisi, tedavi planlaması ve etik ikilemler üzerindeki etkisi düşünüldüğünde zaten karmaşık bir ortam daha da karmaşık hale gelmektedir. Atipik semptomoloji üreten ve bu hastalara nasıl bakılacağına dair bilgilerimizin hızla geliştiği “yeni” bir virüsün yönetilmesinde belirsizlik ön plana çıkarılmaktadır (Mitra ve ark., 2020). COVID-19, aşırı solunum zorluğuna neden olan ciddi pnömoni tipi semptomlar nedeniyle binlerce kişinin hastaneye yatma ihtiyacına neden olmuştur. Dünyanın dört bir yanındaki hastanelerdeki kritik bakım birimleri, potansiyel olarak yaşamı tehdit eden COVID-19 semptomları yaşayan kişileri tedavi etmektedirler. Bu ortamların bazılarında, personel üzerindeki baskı, yeterli kişisel koruma ekipmanının (KKE) eksikliği ve personel eksikliğinin yanı sıra yatak ve mekanik vantilatör eksikliği artmaya devan etmektedir. Zorluklara rağmen, kritik ve yoğun bakım ünitelerinde çalışan hemşireler gerekli bakımı sağlarlar. Mevcut durum, hemşireleri ve diğer sağlık çalışanlarını olumsuz etkileyebilecek bir dizi stres yaratmıştır (Jackson ve ark., 2020 ; Usher, Durkin ve Bhullar, 2020). Yoğun bakım hemşireleri, merhamet yorgunluğu ve / veya tükenmişlik (Alharbi, Jackson ve Usher, 2020) gelişimi ile ilişkili şiddetli duygusal sıkıntıdan özellikle etkilenebilir. Nitekim Li ve ark. (2020), COVID-19 salgınının neden olduğu dolaylı travmatizasyonun göz ardı edilmemesine dikkat çekmektedir. Yoğun bakım ve acil bakım üniteleri gibi ortamlarda hemşirelerin hastaların uzun süre acı çekmesine tanıklık etmelerinde bilinen bir duygusal etki vardır (Alharbi, Jackson ve Usher, 2019). Bu etki özellikle, bakımları altındakilerin çektikleri acıyı hafifletme konusundaki yetersizlikleriyle ilgilidir. Araştırma kanıtları, sağlık çalışanlarının afet ve pandemi zamanları gibi yüksek basınçlı ve yüksek riskli durumlarda çalışırken çeşitli psikolojik sorunlar yaşayabileceğini göstermektedir. Kang ve ark. (2015), Çin'deki 2010 Yushu depremini takiben kurtarıcılar arasında travma sonrası stres bozukluğu semptomlarının başlaması için artan bir risk bulmuştur. COVID-19'u çevreleyen bağlamsal faktörler; bulaşma kolaylığı, küresel popülasyonlar arasında bağışıklık eksikliği, gecikmiş testler, sınırlı tıbbi ekipman, pandemik yörüngenin belirsizliği ve toplumdaki genel kaygı düzeyi gibi tüm bunlar sağlık ve refah sistemleri üzerinde artan bir baskı oluşturmaktadır (Hastalık Merkezleri Kontrol ve Önleme, 2020). Merhamet yorgunluğu ve bununla ilgili semptomlar, afet bağlamlarında kritik bakım hemşireleri için özel bir sorundur çünkü bakım ihtiyacıyla yüzleşme ve bununla başa çıkma beklentisi, onu sağlama yeteneğini aşabilir ve potansiyel olarak (dolaylı olarak) personelde duygusal sıkıntıya yol açabilir (Mathieu, 2014). Hastanın acı çekmesine ve ölümüne daha sık tanık olmanın / deneyimlemenin yanı sıra; Kaynakların paylaşılması ve kullanımıyla ilgili kararların sorumluluğuna sahip olmak, kritik bakım hemşirelerinin pandemiler sırasında merhamet yorgunluğu ve ahlaki yaralanmalara yakalanma riskinin yüksek olduğu anlamına gelir (Doherty & Hauser, 2019). Dahası, COVID-19 koşullarında çalışan hemşireler (diğer pek çok sağlık çalışanı gibi) enfeksiyon riskine maruz kalma riskine açıktır ve virüsü potansiyel olarak kendileri kapma veya bilmeden aile üyelerini ve arkadaşlarını yüksek riske maruz bırakma gibi ek endişelere sahiptir. Bulaşıcı olma endişesi, aileden veya arkadaşlardan yardım isteme konusunda isteksizliğe yol açabilir ve işyerinde şefkatli olma kapasitesini azaltabilir (Wallace, Wladkowski, Gibson ve White, 2020; Craigie ve ark., 2016)

Önceki küresel uyarıların ve salgın hastalıkların aksine, COVID-19, dünya tarihinde benzeri olmayan bir halk sağlığı müdahalesi gerektirmiştir. Bu, kritik derecede hastalık olan COVID-19 hastalarına bakmak için muazzam miktarda zaman harcayacak olan bakım sağlayıcılar olarak kritik bakım hemşirelerinin bakım yükü, etik zorlukları, ruh sağlığı üzerindeki potansiyel etkisini anlama fırsatı sağlamıştır. Daha genel olarak kritik bakım hemşirelerinin deneyimlerinden öğrenmemiz ve

hemşirelik anlatılarının başlangıçtaki pandemik uyarılar ve hazırlıktan klinik çalışmalara doğru ilerlerken bu süreci anlamamız önemlidir. Bu olgu sunumunda, pandeminin yoğun bakım ünitesinde kritik bakım hemşirelerinin COVID-19 kritik hastalarına bakım sürecinde deneyimleri, problem çözme yöntemleri, iletişim ve ruh sağlığı üzerindeki etkisi daha iyi anlaşılmış, doğrudan bakım hemşirelerinin deneyimlerini paylaşmıştır.

## OLGU SUNUMU

Yoğun bakım ünitesinde görev yapmakta olan hemşirenin pandemi sürecinde kritik COVID-19 pozitif hastalara bakım deneyimleri, bakım verirken karşılaştığı sorunlar, yaşadığı duygu ve düşünceleri, edinilen bilgilerin literatüre katkı sağlaması açısından yayınlanabileceği konusunda hemşireye bilgi verilerek kendisinden sözlü ve yazılı onamı alındı. Hemşirenin kendi anlatımı ile kritik COVID-19 pozitif hastalara bakım deneyimleri, karşılaştığı sorunlar, problem çözme becerileri, iletişim ve ruhsal problemler: 25 yaşında, bekar, 5 yıldır hemşire olarak çalışmakta ve yoğun bakım ünitesinde kritik hastalara bakım deneyimi olan bir klinik hemşiresi ve pandemi sürecinde de kritik COVID-19 pozitif hastalara bakım deneyimleri olan bir hemşire.

Hemşirenin ifadeleri: “Dünyadaki pandemi süreciyle birlikte ülkemizde 11 Mart 2020 tarihinde ilk Covid-19 vakasının görülmesinin ardından 13 Mart 2020 tarihinde yoğun bakım ihtiyacı olan ilk Covid-19 vakasını yoğun bakım ünitesine kabul ettik ve 1 yıldır covid yoğun bakım olarak hizmet vermekteyiz. İlk vakayı aldığımızda ekip olarak büyük bir tedirginlik içerisindeydik fakat her zaman soğukkanlılığımız koruduk ve bu süreçte ekip olarak büyük bir titizlikle çalıştık. Tedavi protokolü, korunma, izolasyon, kişisel koruyucu ekipman kullanımı gibi konularda daima güncel prosedürleri takip ettik ve adım adım uyguladık. Bize acilden, diğer servislerden nakledilen ya da diğer hastanelerden sevk edilen yoğun bakım ihtiyacı kritik Covid-19 pozitif veya şüpheli hastalar gelmektedir. Hastalar ilk yatışta desatüre, takipneik, hipoksik ve hiperkapnik olmaktadır. Hastalar duruma göre diffüzyon maske, CPAP veya high flow ile takip ediliyor ya da entübe edilmekte aynı zamanda dönüşümlü olarak supine, prone ve lateral pozisyon verilmektedir. Hastalar diffüzyon maske ile başlayıp git gide kötüleşip entübasyona kadar gidebiliyor; günlerce devamlı CPAP’ ta kalabiliyor; entübe edildiği halde desatüre ve takipneik olup entübe şekilde prone pozisyon verdiğimiz hastalar oluyor; ilk yatışında hiçbir şeyi yokmuş gibi rahat görünen, sürekli iletişim halinde olduğumuz hastalar git gide kapanıp ex oluyor. Hastaların ağrı yaşamları, solunum güçlüğü ve gittikçe ilerleyen çoklu organ yetmezlikleri vb. bizi çok derinden etkilemektedir.

Covid-19 ile mücadelemizde en zorlu süreç başlangıç süreciydi, kendimizi bir anda hiç bilmediğimiz bir hastalıkla mücadele ederken bulduk. Ben de dahil olmak üzere ailesiyle birlikte yaşayanlar evinden ayrılıp sağlık çalışanları için tahsis edilen misafirhaneye yerleşmek zorunda kaldı. Mart sonunda misafirhaneye yerleştik. Kişisel koruyucu ekipmanlarla ilgili ilk zamanlarda çok sıkıntı yaşadık, stoklar yetersizdi. Üniteye ilk girişte N95 maske, tulum, çizme ve bone giyiyorduk, hasta odalarına gireceğimiz zaman ise tulumun üzerine önlük, N95 maskenin üzerine cerrahi maske, yüzümüze gözlük ve siperlik, elimize de en az iki kat eldiven takıyorduk, bu uygulamalara halen devam etmekteyiz. Özellikle N95 maskelerimizle tulumlarımızın enfekte olmaması ve daha uzun süre kullanabilmemiz için çok dikkatli kullanılmaktayız. Kişisel koruyucu ekipmanlar sürekli farklı markalardan geldiği için aralarında kalite farkı olmaktadır. Özellikle başlangıçta N95 maske ve tulumların temininde sıkıntı yaşadık. Tulumları bazen giyer giymez terlemeye başlıyor, üstelik bazen saatlerce üniteden dışarı çıkamıyorduk. Bu durumda olunca tulumun kollarından ve paçalarından ter akıyordu, günde 4-5 defa kıyafetlerimizi değiştirmek zorunda kalıyorduk. N95 maskeler ilk başlarda burunlarımızda yüzlerimizde hep dekibüt oluşturdu. Şimdilerde kişisel koruyucu ekipmanlar ilk baştakilere göre biraz daha kaliteli daha az sorun yaşıyoruz.

Şimdiye kadar yoğun bakım ünitesine genellikle yaşlı kritik covid-19 pozitif hastalar yatmaktaydı. Son zamanlarda yaş ortalaması epey düşmüş durumda ve farklı varyantlarda mutant virüs vakaları yatmakta yine bir tedirginlik içindeyiz. Ayrıca nöbet sayımız artmakta, personel eksikliğimiz hastanedeki diğer kliniklerden gelen hemşirelerle desteklenmektedir.

Biz sağlık çalışanları olarak Covid-19 sürecinde en ön safta mücadele ettik ve etmeye devam ediyoruz. Bizim istediğimiz en önemli şey öncelikle halkımızın maske-mesafe-hijyen kurallarına uymasındır. Ayrıca, yöneticilerimizin özellikle malzeme eksikliğini gidermek ve çalışma saatlerimizi düzenleme

konusunda çabalarını her zaman hissetmekteyiz. Dileğimiz en yakın sürede pandeminin bitmesi ve eski normale dönmektir.”

## TARTIŞMA VE SONUÇ

COVID-19 salgınının ilk aşaması hızla gelişmiş ve dünya çapında sağlık hizmeti sağlayıcılarını etkilemiştir. Önceki salgınlardan önceki araştırmalar ve bu salgından ortaya çıkan kanıtlar, sağlık hizmeti sağlayıcılarının refahı üzerinde önemli bir etki olduğunu göstermiştir (Alharbi ve Jackson, 2020; Brooks ve ark., 2018; Ives ve ark., 2009; Lai ve ark., 2020; Liu ve ark., 2020; Maben ve Bridges, 2020; Matsuishi ve ark., 2012; McMahon ve ark., 2016; Mo ve ark., 2020; Pan Amerikan Sağlık Örgütü, 2009). Koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19) salgını hızlandıkça, küresel sağlık hizmetleri sistemleri bunalmış durumda (Dalglis, 2020) ve bu da COVID-19'lu kritik hastaların bakımındaki hemşireler üzerinde büyük psikolojik baskıya yol açmaktadır. Ön saflardaki hemşireler, bakım verdikleri hastaların ölümüyle büyük iş yükü, uzun süreli yorgunluk, enfeksiyon tehdidi ve hayal kırıklığı yaşamaktadırlar. Ayrıca hastalar ve aile üyeleri arasında endişe ve hatta yanlış anlaşılmalara karşı karşıya kalmaktadırlar. Hemşireler başlangıçta, kendileri, meslektaşları, aileleri ve hastaları için endişelendikleri için kendilerini yalnız hissetmekteydiler, aileleri de onlar için endişelenmekteydiler. Bazı hemşireler covid-19 pozitif olarak hastalandılar, tedavi oldular, bazıları da yaşamlarını kaybettiler. Tüm bu faktörler yoğun bakım ünitelerinde çalışan hemşireler arasında yüksek psikolojik baskıya neden olmuştur. Wuhan şehrinde yapılan çalışmada, çalışan 85 yoğun bakım hemşiresinde görülen ana belirtiler iştah azalması veya hazımsızlık (% 59), yorgunluk (% 55), uyku güçlüğü (% 45), sinirlilik (% 28), sık ağlama (% 26) ve hatta intihar düşünceleri (% 2) olduğu belirlenmiştir. Özellikle, kritik hastalara bakım deneyimi olmayan genç hemşireler daha büyük bir psikolojik krizle karşı karşıyadır. Bu psikolojik problemler etkili bir şekilde çözülemezse, sadece bağışıklık sistemlerinin düşmesine ve COVID-19 enfeksiyonu olasılığını artırmaya değil, aynı zamanda tıbbi bakım sisteminin kalitesi ve güvenliği üzerinde de olumsuz bir etkiye sahip olabilirler (Brooks et al., 2020; Bai et al., 2004; Marjanovic, Greenglass, Coffey, 2007). Bu nedenle önlemler aktif olarak alınmalı ve aşağıdaki iyileştirmeler yapılmalıdır (Tablo 1):

**Tablo 1 YBÜ hemşirelerinin COVID-19 sırasında psikolojik stresi**

| Sorun  | Öneriler  |
|--|---|
| 1 Tanıdık olmayan çalışma ortamı ve süreçleri ile ilgili kaygı.            | Çalışma ortamına ve çalışma prosedürlerine mümkün olan en kısa sürede aşına olmak için yerel sağlık personeli ile bir iletişim mekanizması oluşturulmalıdır.  |
| 2 Bulaşıcı hastalıklarda iş deneyimi eksikliği.                            | Gerçek hemşirelik becerisine göre uygun hastalar seçilmeli ve gerekli özel eğitim yapılmalıdır.   |
| 3 Enfekte olma konusunda endişelenme.                                      | Kişisel koruyucu, el hijyeni, klinik dezenfeksiyonu, tıbbi atık yönetimi ve mesleki maruziyet yönetimi dahil eğitim ve öğretimi geliştirilmelidir.  |
| 4 Büyük iş yükü ve uzun vadeli yorgunluk.                                  | Hemşirelerin bol bol dinlenmesini sağlamak için vardiya ayarlanmalıdır.   |
| 5 Kritik hastaların başarısız tedavisine bağlı depresyon.                  | 1) Her tıbbi ekibi erken psikolojik değerlendirmeler ve müdahaleler için bir psikolog ile teması sağlanmalıdır.<br>2) Hastalığın anlaşılmasını derinleştirmek için mesleki eğitim güçlendirilmelidir.<br>3) Başarılı tedavi vakaları paylaşılmalıdır.<br>4) Gerginliği ve kaygıyı gidermek için duyguların aktif olarak ifade edilmesi sağlanmalıdır.<br>5) Ruh sağlığı uzmanlarının rehberliğinde gevşeme egzersizi yapılmalıdır.  |
| 6 Aileleri için endişelenmek veya ailelerin hemşireler için endişelenmesi. | 1) Aynı deneyime veya benzer duygulara sahip meslektaşlarıyla iletişim kurması için teşvik edilmelidir.<br>2) İzolasyonda çalışırken aileleriyle düzenli olarak sohbet etmek ve bilgi alışverişinde bulunması için zemin hazırlanmalıdır.<br>3) Endişeleri buna göre belirlemek ve çözmek için bir sosyal bakım ve destek grubu oluşturulmalıdır.<br>4) Uzaktan akıl sağlığı eğitimi ve rehberliği, kişiselleştirilmiş psikoterapi veya hemşirelere çeşitli yollarla uygun tıbbi müdahale için profesyonel bir ekip kurulmalıdır. |

Hastalara bakım sağlamanın yanı sıra, uzun saatler boyunca KKE giymek, özellikle tüm vardiyalar boyunca tecrit koşullarında kalmak zorunda kalan hemşireler için fiziksel sıkıntıya da yol açmıştır. Uzun saatler boyunca yoğun çalışma, sağlık hizmeti sağlayıcılarını bağışıklığın azalması riskiyle karşı karşıya bırakmıştır. Sağlık çalışanları hastalandıklarında, salgını durdurma ve hastaları tedavi etme yetenekleriyle ilgili endişeler olmuştur. COVID-19 kadar büyük bir sağlık krizi ortaya çıktığında, yetkililerin öz bakımın önemini vurgulaması, maksimum çalışma saatleri belirlemesi ve sağlık hizmeti sağlayıcılarını fazla çalışmadan korumak için makul bir şekilde vardiyalar düzenlemesi önemlidir (Adams, 2020).

Koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19) dünyaya yayılırken, yoğun bakım ünitesi topluluğu bu pandemiyle ilişkili zorluklara hazırlanmalıdır. Hızlı teşhis ve izolasyon, klinik yönetim ve enfeksiyon önleme için iş akışlarının düzene sokulması, yalnızca COVID-19 hastaları için değil, aynı zamanda sağlık çalışanları ve nozokomiyal bulaşma riski taşıyan diğer hastalar için de önemli olacaktır. Ayrıca, COVID-19 hastalarının hem kapsamlı hem de özel yönetime ihtiyacı bulunmaktadır ve salgın, sağlık hizmetleri sistemlerine, özellikle kritik bakım tıbbına ve hemşirelik bakımına büyük zorluklar getirmektedir. Diğer bölümlerden birçok sağlık hizmeti verenler, bulaşıcı yoğun bakımda çok az klinik deneyime sahiptirler. Sağlık hizmetleri sistemleri bulaşıcı bir hastalığın salgınını ele almaya hazır olmadığına, eğitim, öğretim ve iyileştirilmiş iletişim gereklidir (Speroni, Seibert, Mallinson, 2020). Yoğun eğitim sağlamaya yönelik geçici çabalar, bakım bilgi ve becerilerini artırmıştır. Sağlık ekiplerinin halk sağlığıyla ilgili acil durumlarla başa çıkmak için yeterince hazırlıklı olmasını sağlamak için sürekli tıp ve hemşirelik eğitimi ve öğretimi gereklidir (Li, Xv, Yan, 2020). Farklı uzmanlık alanlarından ve hastanelerden personel birlikte çalıştığında, kurumsal kültürlerde, prosedürlerde ve iletişimde farklılıklar olabilir. Profesyoneller arası ve kuruluşlar arası işbirliğinin teşviki, verimli ve yüksek kaliteli bakım sağlamak için bir öncelik olmalıdır. Hemşireler, sağlık hizmetleri ekip üyeleri arasında iletişimi ve işbirliğini kolaylaştırmada öncü bir role sahiptir; karşılıklı güven ve saygılı ortamlar geliştirilmeli, verimli iletişim sürdürülmeli, bireylerin ve ekiplerin rolü netleştirilmeli, standartlaştırılmış prosedürler oluşturulmalı ve aidiyet duygusu beslenmelidir (Karam, Brault, Van Durme, 2018).

Sağlık hizmeti verenler, virüsün bulaşıcı doğası, bilinmeyen bulaşma modları, hastalarla yakın temas ve meslektaşlarının başına gelen enfeksiyon nedeniyle sürekli enfeksiyon korkusu yaşamaktadırlar. Sağlık çalışanları arasındaki enfeksiyon, diğer salgınlar sırasında bir sorun olmuştur. İş gücü güvenliği yüksek bir önceliktir. Sağlık hizmeti sağlayıcılarının belirsizliği ve korkuyu azaltmalarına yardımcı olmak için, enfeksiyon önleme ve kontrol ve kişisel korunma becerilerine ilişkin bilgileri geliştirmeye ek olarak, hastanelerin güvenli bir çalışma ortamı ve yeterli koruyucu malzemeleri sağlaması ve sürekli eğitim, izleme ve denetimden sorumlu personele sahip olması gerekir (Center for Disease Control (2020). Diğer illerdeki sağlık ekiplerinin yaşam alanlarında da sağlam enfeksiyon önleme uygulamalarına ihtiyaç vardır. Evde yaşayan ön saflardaki sağlık hizmeti sağlayıcıları için, virüsün aile üyelerine bulaşmasıyla ilgili endişelerin ele alınması gerekli olmuştur. Yaşam alanlarının ayrılması, kıyafetlerin değiştirilmesi ve görevden hemen sonra duş alınması gibi destekleyici konuşmalar ve öneriler kaygıyı azaltmaya yardımcı olmuştur (Adams, Walls, 2020).

## SONUÇ

Bu olgu sunumundan elde edilen bulgulara dayanarak ve ilgili literatür tarafından desteklenen, kritik bakım hemşirelerinin mevcut COVID-19 pandemisine bağlı olarak yoğun çalıştıkları, psikolojik ve fiziksel sıkıntı yaşadıkları sonucuna varılmıştır. Hemşireler hem çalışma ortamlarından hem de kişisel yaşamlarından sıkıntı yaşamaktadırlar. Bu olgu sunumu, pandemi sürecinde kritik bakımda çalışan hemşirelere ek destek almasını sağlama ihtiyacının altını çizmiştir. Bu nedenle, sağlık hizmeti sağlayıcılarının refahını korumak için kapsamlı destek sağlanmalı ve krizleri yönetmek için hazırlıklı olma ve etkililik teşvik edilmelidir.

**Etik Komite Onayı:** Çalışmamız olgu sunumu olduğu için etik kurul onayı gerekmemektedir. Hemşireden sözlü ve yazılı onam alınmıştır.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Teşekkür:** COVID-19 pandemi sürecindeki kritik hasta bakım ve deneyimi ile ilgili değerli duygu ve düşüncelerini paylaşan hemşiremize katkılarından dolayı çok teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

1. Adams, J. G., & Walls, R. M. (2020). Supporting the health care workforce during the COVID-19 global epidemic. *Jama*, 323(15), 1439-1440. doi:10.1001/jama.2020.3972
2. Alharbi, J., Jackson, D., & Usher, K. (2020). Personal characteristics, coping strategies and resilience impact on compassion fatigue in critical care nurses: A cross-sectional study. *Nursing and Health Sciences*, 22(1), 20–27. <https://doi.org/10.1111/nhs.12650>
3. Bai, Y., Lin, C. C., Lin, C. Y., Chen, J. Y., Chue, C. M., & Chou, P. (2004). Survey of stress reactions among health care workers involved with the SARS outbreak. *Psychiatric Services*, 55(9), 1055-1057. doi.org/10.1176/appi.ps.55.9.1055
4. Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., & Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The lancet*, 395(10227), 912-920.. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8).
5. Brooks, S. K., Dunn, R., Amlôt, R., Rubin, G. J., & Greenberg, N. (2018). A systematic, thematic review of social and occupational factors associated with psychological outcomes in healthcare employees during an infectious disease outbreak. *Journal of occupational and environmental medicine*, 60(3), 248-257.doi: 10.1097/JOM.0000000000001235
6. Center for Disease Control (2020). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Pregnancy and Breastfeeding. Retrieved May 18, 2020, from <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/needextra-precautions/pregnancy-breastfeeding.html>.
7. Coombs, M. A., Addington-Hall, J., & Long-Sutehall, T. (2012). Challenges in transition from intervention to end of life care in intensive care: a qualitative study. *International journal of nursing studies*, 49(5), 519-527. doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2011.10.019
8. Craigie, M., Osseiran-Moisson, R., Hemsworth, D., Aoun, S., Francis, K., Brown, J., ... Rees, C. (2016). The influence of trait-negative affect and compassion satisfaction on compassion fatigue in Australian nurses. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 8(1), 88–97. <https://doi.org/10.1037/tra0000050>
9. Dalglish, S. L. (2020). COVID-19 gives the lie to global health expertise. *The Lancet*, 395(10231), 1189. doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30739-X.
10. Doherty, M., & Hauser, J. (2019). Care of the dying patient. *A field manual for palliative care in humanitarian crises*, 1-17.
11. Downar, J., Delaney, J. W., Hawryluck, L., & Kenny, L. (2016). Guidelines for the withdrawal of life-sustaining measures. *Intensive care medicine*, 42(6), 1003-1017. Doi: 10.1007/s00134-016-4330-7
12. Forozeiya, D., Vanderspank-Wright, B., Bourbonnais, F. F., Moreau, D., & Wright, D. K. (2019). Coping with moral distress—The experiences of intensive care nurses: An interpretive descriptive study. *Intensive and Critical Care Nursing*, 53, 23-29. doi.org/10.1016/j.iccn.2019.03.002
13. González-Gil, M. T., González-Blázquez, C., Parro-Moreno, A. I., Pedraz-Marcos, A., Palmar-Santos, A., Otero-García, L., ... & Oter-Quintana, C. (2021). Nurses' perceptions and demands regarding COVID-19 care delivery in critical care units and hospital emergency services. *Intensive and Critical Care Nursing*, 62, 102966. doi.org/10.1016/j.iccn.2020.102966
14. Ives, J., Greenfield, S., Parry, J. M., Draper, H., Gratus, C., Petts, J. I., ... & Wilson, S. (2009). Healthcare workers' attitudes to working during pandemic influenza: a qualitative study. *BMC public health*, 9(1), 1-13. doi: 10.1186/1471-2458-9-56
15. Jackson, J., Vandall-Walker, V., Vanderspank-Wright, B., Wishart, P., & Moore, S. L. (2018). Burnout and resilience in critical care nurses: a grounded theory of managing exposure. *Intensive and Critical Care Nursing*, 48, 28-35. doi.org/10.1016/j.iccn.2018.07.002

16. Kang, K., Xie, S., Huang, L., Han, Y., Huang, P. Y., Mak, K. F., ... & Park, J. (2015). High-mobility three-atom-thick semiconducting films with wafer-scale homogeneity. *Nature*, 520(7549), 656-660.
17. Karam, M., Brault, I., Van Durme, T., & Macq, J. (2018). Comparing interprofessional and interorganizational collaboration in healthcare: A systematic review of the qualitative research. *International journal of nursing studies*, 79, 70-83. doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.11.002
18. Khalid, I., Khalid, T. J., Qabajah, M. R., Barnard, A. G., & Qushmaq, I. A. (2016). Healthcare workers emotions, perceived stressors and coping strategies during a MERS-CoV outbreak. *Clinical medicine & research*, 14(1), 7-14. doi: 10.3121/cmr.2016.1303
19. Lai, J., Ma, S., Wang, Y., Cai, Z., Hu, J., Wei, N., ... & Hu, S. (2020). Factors associated with mental health outcomes among health care workers exposed to coronavirus disease 2019. *JAMA network open*, 3(3), e203976-e203976. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.3976
20. Li, L., Xv, Q., & Yan, J. (2020). COVID-19: the need for continuous medical education and training. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(4), e23. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30125-9
21. Li, Z., Ge, J., Yang, M., Feng, J., Qiao, M., Jiang, R., ... Yang, C. (2020). Vicarious traumatization in the general public, members, and non-members of medical teams aiding in COVID-19 control. *Brain, Behavior, and Immunity*, 159(20), 30309–30313. doi.org/10.1016/j.bbi.2020.03.007
22. Liu, Z., Han, B., Jiang, R., Huang, Y., Ma, C., Wen, J., ... & Ma, Y. (2020). Mental health status of doctors and nurses during COVID-19 epidemic in China. Available at SSRN 3551329.
23. Maben, J., & J., & Bridges, J. (2020). Covid-19: Supporting nurses' psychological and mental health. *J. Clin. Nurs.*, 29 (15–16) (2020), p. 15307. doi: 10.1111/jocn
24. Mahase, E. (2020). Covid-19: UK starts social distancing after new model points to 260 000 potential deaths. *BMJ*;368:m1089. doi.org/10.1136/bmj.m1089
25. Marjanovic, Z., Greenglass, E. R., & Coffey, S. (2007). The relevance of psychosocial variables and working conditions in predicting nurses' coping strategies during the SARS crisis: an online questionnaire survey. *International journal of nursing studies*, 44(6), 991-998. doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2006.02.012
26. Mathieu, F. (2014). Occupational hazards: compassion fatigue, vicarious trauma and burnout. *The Canadian Nurse*, 110(5), 12-13. PMID: 25076569
27. Matsuishi, K., Kawazoe, A., Imai, H., Ito, A., Mouri, K., Kitamura, N., ... & Mita, T. (2012). Psychological impact of the pandemic (H1N1) 2009 on general hospital workers in Kobe. *Psychiatry and clinical neurosciences*, 66(4), 353-360. doi:10.1111/j.1440-1819.2012.02336x
28. McMahan, S. A., Ho, L. S., Brown, H., Miller, L., Ansumana, R., & Kennedy, C. E. (2016). Healthcare providers on the frontlines: a qualitative investigation of the social and emotional impact of delivering health services during Sierra Leone's Ebola epidemic. *Health policy and planning*, 31(9), 1232-1239. doi:10.1093/heapol/czw055
29. Mitra, A. R., Fergusson, N. A., Lloyd-Smith, E., Wormsbecker, A., Foster, D., Karpov, A., ... & Griesdale, D. E. (2020). Baseline characteristics and outcomes of patients with COVID-19 admitted to intensive care units in Vancouver, Canada: a case series. *Cmaj*, 192(26), E694-E701. doi: https://doi.org/10.1503/cmaj.200794.
30. Mo, Y., Deng, L., Zhang, L., Lang, Q., Liao, C., Wang, N., ... & Huang, H. (2020). Work stress among Chinese nurses to support Wuhan in fighting against COVID-19 epidemic. *Journal of nursing management*, 28(5), 1002-1009. doi:10.1111/jonm.13014
31. Pan American Health Organization, 2009. Protecting Mental Health During Pandemics. Retrieved December 17, 2020 from: <https://www.paho.org/en/documents/protecting-mental-health-during-epidemics>.
32. Speroni, K. G., Seibert, D. J., & Mallinson, R. K. (2015). Nurses' perceptions on Ebola care in the United States, Part 2: A qualitative analysis. *JONA: The Journal of Nursing Administration*, 45(11), 544-550. doi: 10.1097/NNA.0000000000000261



33. Sprung, C. L., Cohen, S. L., Sjøkvist, P., Baras, M., Bulow, H. H., Hovilehto, S., ... & Ethicus Study Group. (2003). End-of-life practices in European intensive care units: the Ethicus Study. *Jama*, 290(6), 790-797. doi:10.1001/jama.290.6.790
34. Vanderspank-Wright, B., Fothergill-Bourbonnais, F., Brajtman, S., & Gagnon, P. (2011). Caring for patients and families at end of life: the experiences of nurses during withdrawal of life-sustaining treatment. *Dynamics (Pembroke, Ont.)*, 22(4), 31-35. PMID: 22282952
35. Wallace, C. L., Wladkowski, S. P., Gibson, A., & White, P. (2020). Grief during the COVID-19 pandemic: Considerations for palliative care providers. *Journal of Pain and Symptom Management*, doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2020.04.012
36. Wang, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., ... & Peng, Z. (2020). Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus–infected pneumonia in Wuhan, China. *Jama*, 323(11), 1061-1069. doi.org/10.1001/jama.2020.1585.
37. Usher, K., Jackson, D., Durkin, J., Gyamfi, N., & Bhullar, N. (2020). Pandemic-related behaviours and psychological outcomes; A rapid literature review to explain COVID-19 behaviours. *International Journal of Mental Health Nursing*, 29(6), 1018-1034.

## COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE SOSYAL DESTEK KAPANIŞLARI VE BUNLARIN YAŞLILAR VE BAKICILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: OLGU SUNUMU

### SOCIAL SUPPORT CLOSURES DURING THE COVID-19 PANDEMIC AND THEIR IMPACT ON THE ELDERLY AND CAREGIVERS: A CASE REPORT

**Fatma BİRGİLİ**

Dr. Öğr. Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü,

ORCID ID: 0000-0003-0942-2122

**Nezihe BULUT UĞURLU**

Prof. Dr. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü,

ORCID ID: 0000-0003-2860-1169

#### ÖZET

COVID-19 vakası ilk olarak, Çin'in Wuhan kentinde 2019'un yeni yıl arifesinde bildirildi. O zamandan beri küresel olarak yayıldı ve birçok ülkeyi kilit altına aldı. Ülkemizde de 16 Mart 2020'den itibaren ülke çapında izolasyon uygulandı, Sonrasında 65 yaş ve üzeri yaşlılar için günün 10.00-13.00 daha sonra 10.00-14.00 saatleri arasında evden dışarı çıkmalarına izin verildi. Süreç içinde yaşlıların toplu taşıma araçlarına binmeleri yasaklandı, temel ihtiyaçları yakınları tarafından karşılanmaya başlandı. Hatta 70 yaşın üzerindeki insanlar ve altta yatan sağlık sorunları olanlar hiç dışarı çıkmamalı ve korunmaları gerekiyordu. Yaşlılar komşuları, arkadaşları, aile bireyleri ile uzaktan kısıtlı iletişim kurmaya başladı. Yapılan çalışmalarda yaşlılarda yalnızlık depresyon, anksiyete ve kişilerarası ilişkilerin bozulması, ayrıca sağlık sorunlarına ve hatta intihara karşı savunmasızlığın artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Yaşlılıkta yalnızlık, çoklu değişim, kayıpların artması ve izolasyon nedeniyle ortaya çıkar. Weiss (1973) duygusal yalnızlık ile sosyal yalnızlık arasında ayırım yapmıştır. Bununla birlikte, duygusal yalnızlık yakın, samimi bir bağlanmanın yokluğundan kaynaklanır; sosyal yalnızlık ise, erişilebilir bir sosyal ağın olmamasıdır.

Bu süreçte aile bakıcıları yaşlı bakımında merkezi bir rol oynadı Aile bakıcıları aynı zamanda rollerinin bir parçası olarak, yaşlıların, kendisinin ve aile üyelerinin kişisel bakımının yanı sıra rutin ev işlerini de yapmak zorundadır. Bununla birlikte, bir bakıcı rolünü üstlenmek, psikososyal sıkıntı, sağlık üzerindeki olumsuz etki, baskı dahil olmak üzere önemli bir maliyetle ilişkilidir.

Yaşlıların ve bakım verenlerin yeterince desteklenmesinin sağlanması bu etkileri iyileştirebilir. Bu nedenle, destek ihtiyaçlarının değerlendirilmesi ve ele alınması önemlidir. Bu olgu sunumunda pandemi sürecinde 85 yaşında kadın bir yaşlının ve bakımını üstlenen aile bireyinin karşılaştığı sorunlar ile ilgili duygu ve düşünceleri, baş etme stratejileri açıklanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** yaşlı, bakım verici, pandemi süreci, sosyal izolasyon

#### ABSTRACT

The COVID-19 case was first reported on New Year's Eve in Wuhan, China. It has since spread globally and has locked up many countries. In our country, as of March 16, 2020, nationwide isolation has been applied, after which the elderly people aged 65 and over are allowed to leave the house between 10.00-13.00 and then 10.00-14.00. During the process, elderly people were banned from using public transport, and their basic needs were met by their relatives. In fact, people over the age of 70 and those with underlying health problems should never go out and need to be protected. Elderly people started to communicate with their neighbors, friends and family members from a distance. Studies show that loneliness in the elderly has been associated with depression, anxiety, and deterioration of interpersonal relationships, as well as increased vulnerability to health problems and

even suicide. It occurs due to loneliness, multiple changes, increased loss and isolation in old age. Weiss and Robert (1973) distinguished between emotional loneliness and social loneliness. However, emotional loneliness results from the absence of a close, intimate attachment; social loneliness is the lack of an accessible social network.

Family caregivers played a central role in elderly care in this process. Family caregivers also, as part of their role, have to do routine housework as well as the personal care of the elderly, themselves and their family members. However, taking on the role of a caregiver is associated with a significant cost, including psychosocial distress, negative health impact, pressure.

Providing adequate support for the elderly and caregivers can improve these effects. Therefore, it is important to evaluate and address support needs. In this case report, the feelings and thoughts about the problems faced by an 85-year-old female and the family member undertaking her care during the pandemic process, and coping strategies are explained.

**Keywords:** elderly, caregiver, pandemic process, social isolation

## GİRİŞ

COVID-19 salgını, enfeksiyonun yayılmasını engellemek için benzeri görülmemiş önlemlerin uygulanmasına yol açan olağanüstü küresel acil bir durumdur. Uluslararası olarak, hükümetler seyahat yasakları, karantina, tecrit ve sosyal mesafe gibi, evde uzun bir süreye yol açan önlemleri uygulamaktadır. Aynı zamanda COVID-19, sosyal desteklerin aniden kapanmasına veya radikal değişikliklere, ve ev ortamında da uzun süreli kendi kendine izolasyona neden olmuştur. Bu izolasyon, fiziksel aktivitede azalmalara ve sarkopeniyi hızlandırma potansiyeline sahip diyet alımlarında değişikliklere, kas kütlesi ve fonksiyonunda bozulmaya (daha büyük olasılıkla daha yaşlı popülasyonlarda) ve vücut yağında artışlara neden olmuştur. Vücut kompozisyonundaki bu değişiklikler, kardiyovasküler hastalık, diyabet, osteoporoz, kırılabilirlik, bilişsel gerileme ve depresyon dahil olmak üzere bir dizi kronik, yaşam tarzı hastalığına zemin hazırlamaktadır. Ayrıca kardiyovasküler hastalık, diyabet, ve vücut yağının artması, daha yüksek COVID-19 enfeksiyonu riski ve daha şiddetli semptomoloji ile ilişkilendirilerek, bu tür hastalıkların gelişmesinden kaçınılması önem arz etmektedir (Wu, ve Gu, 2021; Liu ve ark., 2020).

Kimin en yaşlı-yaşlı yetişkin veya en yaşlı-yaşlı olduğu konusunda fikir birliği tanımı yoktur. En yaygın olarak, gelişmiş ülkelerdeki en yaşlı-yaşlı, 85 yaş ve üstü kişilere, gelişmekte olan ülkelerde ise genellikle 80 yaş ve üstü kişilere atıfta bulunmaktadır (National Research Council, 2001). Birleşmiş Milletler yayınlarda ve Amerikan Geriatri Derneği ve Dünya Sağlık Örgütü tanımlarından, genellikle 80 yaş ve üstü kişilere atıfta bulunmaktadır (Birleşmiş Milletler, 2019). En yaşlı-yaşlı çağlara "dördüncü yaş" da denmektedir. COVID-19 salgını ve virüsün, özellikle daha yaşlılar ve kronik rahatsızlıkları veya bağımsızlığı azalmış olanlar arasında potansiyel olarak ölümcül sonuçlarının bir sonucu olarak, neredeyse her ulustaki popülasyonlar, virüsün yayılmasını önlemek için 'kilitlenmeye' tabi tutulmayı zorunlu kılmıştır. Koronavirüs, yaşlılar ve önceden var olan rahatsızlıkları olanlar arasında daha kötü semptomlara ve sonuçlara neden olmaktadır (Jordan & Adap, 2020), böylece özellikle tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaşlı insanlar daha uzun bir kendini tecrit dönemine tabi tutulmuşlardır. Dışarı çıkamamak veya aile ve arkadaşları görememek, insanların refahı üzerinde önemli bir baskı oluşturabilir. Bu 'kilitlenme' aynı zamanda sosyal destek ağının kapanmasına, ciddi şekilde kısıtlanmalara, komşuları, sevdikleri ve yakınları ile görüşmelerin engellenmesine, günlük ihtiyaçlarını karşılamada zorluklara neden olmuştur. Bu süreç yaşlı insanlar ve bakıcılar için oldukça zorlayıcı olmaktadır. Ayrıca, uzun dönemde biyolojik, psikolojik, duygusal, sosyolojik ve ekonomik etkiye sahip olabilir. Destek gruplarıyla iletişim, sosyal aktiviteler, yaşlı bakım merkezleri, örneğin genellikle insanların bunlara erişebildiği hayati sosyal ve duygusal destek sağlamaktadır (Camic, Hulbert ve Kimmel, 2019; Mittelman ve Papayannopoulou, 2018; O'Connell ve ark., 2012; Rokstad ve ark., 2017). Bakıcıların, yalnızca yaşlı bir kişiye bakmakta aşırı yük altına girme potansiyelini azaltmak için değil, aynı zamanda destek gruplarına erişerek akran bakıcılardan akran desteği almak için de bu 'zaman aşımına' ihtiyaçları vardır (Lauritzen, Bjerrum, Pedersen ve

Sorensen, 2019). Akran destek gruplarına, topluluklardaki sosyal faaliyetlere veya gündüz bakım merkezlerine katılmak, yaşlıların refahı üzerinde eşit derecede olumlu bir etkiye sahiptir (Camic ve ark., 2019; Rokstad ve ark., 2017).

Dahası, evde bakım verenler de, COVID-19'dan eşit derecede etkilenebilen yaşlıların evde bakımının hayati bir parçasını oluşturmaktadır. Evde bakım hizmetleri genellikle kişinin evde bakımda fizyolojik, psikolojik, sosyolojik, ekonomik bakımdan gereksinimlerin karşılanmasını içermektedir. Evde bakım verenlerin kişisel koruma ekipmanı (tek kullanımlık eldivenler, önlükler, ağız ve göz koruyucuları gibi) kullanarak uyum sağlamaları gerekirken, bir yaşlının yıkama veya giyinme gibi kişisel bakım gerektirmesi durumunda sosyal mesafe yönünün sürdürülmesi zor olabilir. Bugüne kadar herhangi bir araştırma yapılmadan, ancak yalnızca COVID-19'un yaşlı bakımı üzerindeki potansiyel etkilerini vurgulayan bir makalede (Wang ve ark., 2020), virüs salgınının bunu ve diğer önemli sosyal destek ve bakım hizmetlerini nasıl etkilediği bilinmediği vurgulanmaktadır.

Bu olgu sunumunun amacı, bugüne kadar bu benzeri görülmemiş dönemde, COVID-19 pandemi süreciyle ilgili sosyal bakım ve sosyal destek kapanışlarının yaşlı ve evde bakım verenlerin yaşamları üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Yaşlıları desteklemek için yeterli sosyal bakım ve sosyal destek hizmetlerine ihtiyaç olduğu ve evde bakım verenlerin pandemi sürecinde bakım ile ilgili rehberliğe gereksinim duyulduğu düşünüldüğünde, yaşlıların izolasyonunda hizmet sunumuna düzenleme getirilmeden sosyal destek hizmetlerinin kapatılmasının yaşlı ve evde bakım verenlerin yaşamları üzerinde olumsuz bir etkisi olması muhtemeldir.

## OLGU SUNUMU

Yaşlı bir bireyin pandemi sürecinde kısıtlamalar nedeniyle evde kapalı kalmasının, sosyal destek hizmetlerinin kapanmasının, günlük temel gereksinimlerinin ve bakım hizmetlerinin karşılanmasında yaşlı ve evde bakım veren bireyin karşılaştığı sorunlar, yaşadığı duygu ve düşünceleri, edinilen bilgilerin literatüre katkı sağlaması açısından yayınlanabileceği konusunda yaşlı ve bakımını sağlayan bireye bilgi verilerek kendilerinden sözlü ve yazılı onamı alındı. Yaşlının kendi anlatımı ile pandemi sürecinde gereksinimleri, karşılaştığı sorunlar, sosyal destek gereksinimleri, iletişim ve ruhsal problemler: 82 yaşında, kadın, dul, bahçeli kendi evinde yalnız yaşamakta, kendi günlük temel gereksinimlerini karşılayabilmekte, akrabaları ile aynı sokakta yaşadığı için birbirlerine günlük gereksinimler konusunda destek olmakta, kendisi çevresiyle rahat iletişim kurabilmekte, çocukları, komşuları ve akrabaları ile iletişim içinde, her gün birbirlerini ziyaret etmekte, gereksinimler konusunda birbirlerini desteklemekte, kendisi günlük gereksinimlerini karşılayabilmekte, ev işlerini yapabilmekte. Pandemi süreciyle birlikte yaşlı birey birdenbire kendi evinde yalnız kalmış, iletişim ağları kesilmiş, evinden dışarı çıkamamış, yürüyüşe gidememiş, zamanla uykusuzluk, ölüm korkusu, anksiyete, panik atak gibi ruhsal problemler yaşamaya başlamış ve temel gereksinimlerini karşılayamaz duruma gelmiş.

Yaşlı bireyin ifadeleri: “Ben yaşlıyım, kendi bahçeli evimde yalnız yaşıyorum, komşularım ve akrabalarım her an iletişim içinde günlük olarak birbirimizi ziyaret ederiz, sohbet ederiz. Birlikte çarşıya, pazara, markete ev ziyaretlerine, yürüyüşe gideriz, birbirimize her konuda destek oluruz. Çocuklarım fırsat buldukça ziyaretime gelir, her gün telefonla iletişim kurarız. Pandemi süreciyle birlikte sokağa çıkma yasağı ilan edildi, birdenbire kendimi evde yalnız kalakaldım. Sokağa çıkmamam gerekiyordu. Komşularım, akrabalarım, çocuklarım her gün telefonla ihtiyaçlarımı soruyor, aldıklarını bahçe kapısına bırakıp gitmeye başladılar. Evde yemeğimi yapıyor, televizyon izliyor ve telefonla konuşabiliyordum, bazen de uzaktan çevremle iletişim kurabiliyordum, kurallara tam olarak uydum. Komşu, akraba ziyaretlerine, çarşıya pazara yürüyüşe gidemez oldum. Bir süre sonra görmeyince çarşıdan pazardan marketten ne isteyeceğimi bilemez oldum, canım bir şey istememeye başladı. Evde kendi kendimle konuşmaya başladım, kendimi dinler oldum. İştahım azaldı, yemek yapmamaya başladım. Yaşlılar saat 10.00-13.00 saatleri arasında sokağa çıkmaya başlayınca maske takıp yalnız başıma yürüyüşe gitmeye başladım, mesafeye dikkat etmem gerekiyordu. Çevremde Covid-19 nedeni ile yaşlılar ölmeye başladı, bugün kim öldü diye her gün anons dinler hale geldim. Evde yalnız başıma ölür kalırsam beni kimse fark etmeyecek diye korkmaya başladım. Evim bahçeli olduğu için yalnız başıma yaşamaktan çok memnundum ama gün geçtikçe korkum ve üzüntüm arttı. Geceleri uyuyamaz hale geldim, yattığım anda aşırı terleme ve panikle yataktan fırlayıp kalkıyordum,

geceleeri 5-6 kez üzerimi değiştirir hale geldim. Çocuklarım her gün arıyordu, ama kimseye yük olmamak için gitmek istemiyordum. Oğlum Şehir dışında ailesiyle birlikte yaşıyor. Bana “beni kendi ikamet ettiği Őehirde, evinin yakınında huzurevine götüreceğini” söyledi, asla gitmem dedim. Ben bu hastalık döneminde hiç tanımadığım bilmediğim yerde tanımadığım insanlarla ne yapardım. Bu durum beni çok üzdü. Küçük kızım yakınımda oturuyor ancak eşi hasta olduğu için gelemiyordu. Büyük kızım “anne böyle devam edemeyiz” deyip, beni kendi evine getirdi. Başlangıçta çok tedirgindim, eşi, çocuklarımı rahatsız etmekten çekiniyordum. Gece yatamıyor, terlemeyeyim diye oturduğum yerden uyuyordum. Kızım psikiyatri ve kardiolojiye doktora götürdü, tetkiklerimi yaptırdı. Anjio oldum, verilen ilaçları kullandım. Kızım bana bir oda verdi, evde yemek yapmama izin veriyor, yürüyüşe götürüyor, uygun zamanlarda çarşıya pazara götürüyor. Boş durmayı sevmediğim için el işleri yapıyorum. Őimdi ramazan olduğu için oruç tutuyor, ibadetimi yapıyorum. Akrabalarım, komşularım ve çocuklarımla telefonla görüşüyorum, geceleri rahat uyuyorum, torunlarımla sohbet ediyorum. Toplu taşıma araçlarına yasak nedeniyle binemiyorum ama ara sıra kızım kendi arabasıyla evime götürüp getiriyor. Yaklaşık 7 aydır kızımın evinde yaşıyorum, eski yaşam enerjime kavuştuğum için kendimi mutlu hissediyorum.”

Yaşlı bireye kendi evinde bakım veren kızının kendi anlatımı ile pandemi sürecinde yaşlı bakımında karşılaştığı sorunlar, problem çözüme becerileri, yaşlı bireyin sosyal destek gereksinimlerinin ve temel gereksinimlerinin karşılanması: 50 yaşında, kadın, evli, 2 çocuklu, apartman dairesinde eşi ve çocukları ile birlikte yaşamakta, hemşire ve akademisyen olarak çalışmakta.

Evde bakım veren bireyin ifadeleri: “Annem yaşlı ama kendi ihtiyaçlarını kendisi karşılayabiliyor. İletişim, anlama, kavrama, yürüme problemi yok, gençliğinde kalabalık ortamda yaşamış ve yoğun çalışma ortamında bulunmuş bir birey. Bahçeli kendi evinde yaşamayı seviyor. Ancak pandemi sürecinin başlamasıyla birlikte sosyal izolasyon nedeniyle sosyal destek ağının kapanması, toplu taşıma araçlarına binememe, yürüyüşe gidememe, yalnızlık, günlük yaşamdan kopması onu olumsuz etkiledi. Başlangıçta evinden ayrılmak istemedi. Benim sürekli yanına gidip, evinde kalma durumum olmadığı için zorla da olsa annemi kendi evime getirdim. Sağlık kurumuna götürerek fiziksel ve psikolojik problemlerini adım adım çözdüm. Sağlık ekiplerini aradım, evde Covid-19 açısı yapıldı. Komşularından, akrabalarından kendi yaşadığı çevresindeki bireylerin ölüm haberlerini alıyor, onları konuşuyor, rahmetle anıyor. Eskisi gibi karamsarlığı olmuyor, “ölüm Allahın emri, bir gün hepimiz öleceğiz” diyerek olağan karşılıyor. Kendi başına yaşarken yaptığı günlük aktivitelerinin hepsini yapması için zemin hazırladım. Őimdi kendisini evin bir bireyi olarak görüyor ve mutlu.”

## TARTIşMA VE SONUÇ

Bu olgu sunumu, pandemi sürecinde yaşlı bireylerin ve evde bakım verenlerin deneyimlerini ve COVID-19 ile ilgili sosyal destek ağlarının kapanmasının günlük yaşamları üzerindeki etkilerini araştıran bir çalışmadır. Çalışma, enfeksiyon açasından Koronavirüsten doğrudan etkilenmeden, insanların günlük yaşamlarında etkilendikleri çeşitli önemli sorunları vurgulamaktadır. Ülkemizde ilk COVID-19 önlemleriyle birlikte 16 Mart 2020’de kısıtlamalar başladı ve hemen arkasından sokağa çıkma yasağı ilan edildi. Bu önlemler hızla uzatıldı, sosyal mesafeye, yani tokalaşmalara, kişiler arasında 1,5 metre mesafeye ve ayrıca enfekte hastalarla temas halindeyken kişisel koruyucu ekipman kullanımına, sosyal izolasyona neden oldu. Kısıtlamalar esnetildikten sonra yaşlılar için sabah saat 10.00-13.00 saatleri arasında maske mesafe kurallarına uyararak sokağa çıkma serbest bırakıldı, toplu taşıma araçlarına binilebiliyordu. Daha sonra kısıtlamalar yaşlılar için sabah saat 10.00-14.00 saatleri arasında maske mesafe kurallarına uyararak sokağa çıkma serbest bırakıldı, toplu taşıma araçlarına binilmesi de yasaklandı. Yaklaşık 1 yıldır bu önlemler devam etmekte, virüsün mutasyona uğraması ile birlikte enfekte kişi sayısı, ağır hasta sayısı artmaktadır. Bu süreçte yaşlı ve kronik hastalığı olan bireylere öncelikli olarak aşılama programı başlatılmış, daha düşük yaşlara doğru devam etmektedir. Ancak maske, mesafe, hijyen kurallarına uymaya ve kısıtlamalara devam edilmektedir (Ercan, Arıcı, Özüçelik, 2020).

Kısıtlamalar yaşlı nüfusun gıdaya erişimini önemli ölçüde etkilemiştir (Wu, ve Gu., 2021; Power, Doherty, Pybus, Pickett, 2020; Dunn, Kenney, Fleischhacker, Bleich, 2020). Dahası, karantina ve sosyal izolasyonun stres ve anksiyete seviyelerinin artmasına yol açtığı bilinmektedir (Blendon ve ark., 2004; Jeong ve ark., 2016; Lee ve ark., 2020), bunun sonucunda yaşlı bireylerde atrofi

belirteçlerinde artış ve kas kütlesi kaybında artış olabilir (Allen ve ark., 2016). Bu psikolojik stres, aynı zamanda şeker ve/veya yağ bakımından yüksek olan (Gibson, 2006) ve daha besleyici yoğun gıdaların yerini alabilen ve diyetdeki protein alımını azaltan aşırı lezzetli, hazır yiyeceklere geçişle birlikte daha kötü beslenme tercihlerine yol açabilir (Rauber ve ark., 2018). Bu tür diyet değişiklikleri ayrıca aşırı kilo / obezite, hipertansiyon, dislipidemi ve metabolik sendromun diğer özelliklerini içeren daha zayıf kardiyometabolik risk belirteçleri ile ilişkilidir (Silve ark., 2020).

## COVID-19 KISITLAMALARININ, SOSYAL MESAFENİN VE HAPSETMENİN İSKELET KASI KÜTLESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

### 1. Hareketsizlik, hareketsiz davranış ve kas kaybı

Bu pandemiden önce, Dünya Sağlık Örgütü'nün aktivite tavsiyeleri (haftada 150 dakika/hafta, kas güçlendirme egzersizleri ile 2 gün/hafta, orta yoğunlukta aerobik hareket), özellikle yaşlı popülasyonlarda karşılanmadığı bildirilmiştir (Dünya Sağlık Örgütü, 2020). COVID-19, genel popülasyon için aktivite seviyelerinde daha fazla azalma için bir dizi risk sunar. Karantina, kendi kendine tecrit, sosyal mesafe ve diğer hükümet önlemleri, spor salonlarının ve eğlence merkezlerinin kapatılmasına ve ayrıca grup egzersiz ve rehabilitasyon programlarının askıya alınmasına yol açmıştır. Fiziksel olarak hareketsiz olmak hiç bu kadar kolay olmamıştır. Azalmış aktiviteye ek ve bağımsız olarak, COVID-19 hapsi sırasında arttığı bildirilen oturma süresinin artması ve hareketsizlik davranışı (Ammar ve ark., 2020), aynı zamanda birden fazla olumsuz sağlık sonucuyla da ilişkilidir (Patterson ve ark., 2020), bu da sağlık riskini daha da artırmaktadır. Gerçekten de, COVID-19 sırasındaki evde kapalı kalma ile ilgili son raporlar, dakika/gün aktivite sayısında % 33.5'lik bir düşüş ve ana öğünlerin ve atıştırmalıkların (Ammar ve ark., 2020) sayısındaki artışa dikkat çekmektedir, bu da pozitif enerji dengesini ve yağ birikimini daha olası hale getirebilir. Daha yaşlı bireyler, daha genç bireyler ile karşılaştırıldığında kas kütlesi açısından zaten risk altındadır ve bu nedenle, beklenmedik düzensizliklerle karşılaşıldığında önemli ölçüde artmış kas kaybı riski altındadır. Bu nedenle, COVID-19 salgınıyla ilgili bir dizi faktör, yaşlanmayla birlikte bu kas kütlesi ve işlev kaybına daha da katkıda bulunabilir ve yaşanan bir nüfusun sağlık süresini önemli ölçüde etkileyebilir.

### 2. Yiyecek erişimi, diyet alımı ve enerji dengesi

Gıdaya erişimdeki değişiklikler, örneğin panik satın alma nedeniyle geçici kıtlıklar veya hükümetin kısıtlamaları ve/veya olası enfeksiyon korkusu veya endişesinin bir sonucu olarak marketlere daha seyrek ziyaretler nedeniyle (Brooks ve ark., 2020), gıda seçimlerinde ve diyet kalitesinde değişikliklere neden olabilir. Bu diyet değişiklikleri, iştah düzenlemesindeki değişikliklerle birlikte, iki karşıt yön alma potansiyeline sahiptir: yani, pozitif ve negatif enerji dengesini içeren senaryoların her ikisi de mümkündür. Gerçekten de, son araştırmalar, COVID-19 ile ilgili bir ankete katılanların % 30'unun kilo artışı (ortalama 3,0 kg) ve % 18'den fazla kilo kaybı (ortalama - 2,9 kg) bildirdiğini bildirdi. Fazla kilolu ve obezitesi olan katılımcılar ile 36 yaşın üzerindeki deneklerde kilo alma eğilimi varken, düşük kilolu katılımcılar kilo verme eğilimindeydi (Sidor ve Rzymiski, 2020). Bu, COVID-19 sırasında hapsetmenin, önceden var olan eğilimlere bağlı olarak farklı bireylerde aşırı veya yetersiz yemeyi şiddetlendirebileceğini gösterebilir.

### 3. Bozulmuş uyku, stres ve kaygı

Hemen belli olmamakla birlikte, psikolojik faktörler, uyku ve anksiyete bir pandemi sırasında kas kaybında önemli bir rol oynayabilir. Bu, beslenme alışkanlıkları ve fiziksel aktivite gibi sağlık davranışları üzerindeki etkilerinin yanı sıra kas kütlelerinin korunmasına ilişkin metabolik yollardaki değişikliklerden kaynaklanıyor olabilir. COVID-19 salgını sırasında sosyal mesafe önlemleri nedeniyle zorunlu karantina ve hatta tecrit, önemli duygusal sorunlara neden olma potansiyeline sahiptir. Gerçekten de, İtalya'dan COVID-19 ile ilgili yakın tarihli bir çalışma, katılımcıların % 57.1'inde kötü uyku kalitesi, % 32.1'inde yüksek anksiyete ve % 41.8'inde yüksek sıkıntı bildirmiştir (Casagrande, Favieri, Tambelli, ve Forte, 2020). Yayımlanan bir başka çalışmada, yanıt verenlerin % 29,5 kadarında COVID-19 ile ilişkili travma sonrası stres bozukluğu semptomları bildirilmiştir (Forte, Favieri, Tambelli, ve Casagrande, 2020).

Yeme, stres ve duygularla başa çıkma mekanizması olarak kabul edilmektedir (Solomon, 2021; Timmerman, ve Acton, 2021). Duygular ve strese bağlı yeme ve değerlendirme anketi kullanılarak

yapılan bir başka çalışmada, duygusal ve stresle ilişkili yeme için en düşük puanlara sahip olanlar, en yüksek olanlara kıyasla aşırı kilolu veya obezite ile ortaya çıkma olasılıkları 13,38 kata kadar daha fazladır (Ozier ve ark., 2008). Kapanma nedeniyle olumsuz duygular ve stres yaşayan birçok insanla birlikte, stres yeme ve aşırı tüketim olasılığı da artmaktadır.

Stres ayrıca uyku bozukluğu, daha kısa uyku süresi, gece uyanma ve uykusuzluk ile ilişkilidir (Hall ve ark., 2015; Haynes, Adams, ve Franzen, 1981). Kapanma nedeniyle günlük programlardaki değişiklikler, yaşlı erişkinlerde zaten bozulabilen sirkadiyen ritimlerdeki bozulmalar nedeniyle düşük uyku kalitesine neden olabilir (Kim ve Duffy, 2018). Gerçekten de, Çin'deki COVID-19 salgını sırasında karantinaya alınan bireylerden alınan son veriler, anksiyetenin stresle ilişkili olduğunu ve uyku kalitesinin azaldığını bildirirken (Xiao, Zhang, Kong, Li, Yang, 2020). İtalya'da yapılan bir çalışmada (Cellini, Canale, Mioni, ve Costa, 2020) ise katılımcıların yatakta daha fazla zaman geçirmelerine rağmen daha düşük uyku kalitesi bildirmiştir.

#### 4. Azaltılmış güneş maruziyeti ve D vitamini

D vitamini (özellikle 1,25-dihidroksikolekalsiferol aktif formu) tarihsel olarak kemik sağlığı ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, zayıf D vitamini durumunun birden çok kronik hastalık (Wang ve ark., 2017) ve azalmış kas kütlesi (Luo, Quan, Lin, Cui, 2018) ile ilişkili olduğunu gösteren çok sayıda çalışma vardır. Bu, insanların daha az doğrudan güneş ışığı almasına neden olan ve dolayısıyla D vitamini sentezini olumsuz yönde etkileyen kilitlenme önlemleri nedeniyle mevcut COVID-19 salgını sırasında özellikle önemli olabilir (van Schoor, Lips, 2017).

Vitamin D eksikliği de COVID-19 enfeksiyonu için risk faktörü olarak önerilmiştir (Meltzer ve ark., 2020). Hareket kabiliyeti / kas işlevi azalmış yaşlı yetişkinler ve günün çoğunu içeride geçirenler daha büyük bir eksiklik riski altındadır (Webb, Pilbeam, Hanafin, Holick, 1990; Whitmore, 1996). Bu nedenle, kendi kendini izole eden yaşlılarda güneşe maruz kalmanın daha da azaltılabileceği kapanma sırasında COVID-19'un şiddetinde önemli bir rol oynayabilir.

#### 5. Bilişsel gerileme ve depresyon

Hareketsizliğe bağlı olarak bilişsel bozukluk (sözel bellek, çalışma belleği, girişim kontrolü ve işlem hızı gibi bilişsel işlevlerde düşüş) ve depresyon (Hsu verk., 2014; Chang ve ark., 2016; Ge ve ark., 2020; Kim ve ark., 2011) gelişebilir. Düşük egzersiz seviyeleri, azalmış anabolik hormonlar, yetersiz beslenme ve düşük dereceli kronik inflamasyon gibi bilişsel bozuklukla ilişkili risk faktörlerinin çoğu, sarkopeniye yol açabilir (Etgen, Sander, Bickel, Förstl, 2011). Daha yüksek fiziksel aktivite seviyeleri ve daha düşük sedanter zaman seviyeleri tutarlı bir şekilde daha iyi ruh hali skorları ile ilişkilidir (Hoare, Milton, Foster, Allender, 2016) ancak mevcut sosyal mesafe ve kendi kendine izolasyon önlemleri, bazı bireylerde daha düşük fiziksel aktivite seviyeleri ile ilişkili olan daha fazla sosyal izolasyona yol açacaktır (Herbolsheimer F, Ungar N, Peter, 2018; Schrempft, Jackowska, Hamer, Steptoe, 2019). Bu nedenle, COVID-19 sosyal uzaklaşma önlemlerinden kaynaklanan sosyal izolasyon, fiziksel aktivite seviyeleri, zihinsel sağlık ve esenlik, izolasyon duyguları, depresif ruh hali ve kas kaybı üzerinde önemli etkilere sahip olabilir.

Bu bilgiler ışığında, genel popülasyonda ve halihazırda risk altında olan yaşlı bireylerde bu koşulların gelişmesinin ve ilerlemesinin önlenmesi (Wu ve ark., 2020), COVID-19 salgınının yönetimi için hükümet stratejileri arasında düşünülmelidir.

Pandemi süreci, evde bakım hizmeti verenlerin ve yaşlı bireylerin yeni normale uyum sağlamasını gerektirir; bu, yeni halk sağlığı kısıtlamalarını anlamayan veya uygulayamayanlar için özellikle zor olabilir. Bazı sosyal destek hizmetleri, uzaktan desteğin dünya çapında bir pre-pandemi sorunu olduğunu göstermektedir (Bauer, Fetherstonhaugh, Blackberry, Farmer ve Wilding, 2019; Innes, Morgan, Kosteniuk ve Kostineuk, 2011), ayrıca aniden iyileştirme olasılığı düşüktür. Bununla birlikte, halk sağlığı kısıtlamaları, yararlı olduğu durumlarda uzaktan hizmet sunumunun daha iyi düşünülmesi ve planlanmasına yol açabilir. Ancak hiçbir şeyin yüz yüze insan sosyal etkileşiminin ve bunun birinin refahı üzerindeki etkisinin yerini alamayacağını açıkça vurguluyor. Bu nedenle, COVID-19'un toplumda bir süre daha kalmasıyla, sosyal destek hizmetlerinin, destek tekliflerini uyarlamının yollarını bulması ve yaşlı bakımı ve evde bakım verenlerin güvenli bir ortamda desteklemek için değiştirilmiş yollar sağlamaya başlaması gerekmektedir.

## SONUÇ

Bu olgu sunumundan elde edilen bulgulara dayanarak, COVID-19 salgını ile ilgili halk sağlığı önlemlerinin ve sosyal destek hizmetlerinin kapanmasının yaşlı bireyler ve evde bakım veren bireylerin yaşamları üzerindeki etkileri gösterilmeye çalışılmıştır. Olgu sunumu, sosyal desteğin kapanmasının yaşlı bireylerin ve evde bakım veren bireylerin yaşamları üzerinde yarattığı önemli olumsuz etkilere dikkat çekmektedir. Fiziksel aktivitede azalma, normal yeme alışkanlıklarında bozulma, stres ve değişen uyku düzenleri, yaşlı insanları sarkopeni riskiyle karşı karşıya bırakacak ve bu da yaşam kalitesi ve hareketlilik için kendi çıkarımları ile birlikte birden fazla yaşam tarzının ilerlemesine yol açabilir. Artık hayati önemi ortadan kaldırmak mümkün değildir ve politikaların, COVID-19 riskleriyle ilgili bireysel koşullara dayalı olarak faaliyetleri, yaşlı bireylerin günlük bakımını ve bunların sosyal destek önlemlerinin faydalarıyla dengelemesini ele alması gerekmektedir. Pandeminin, çeşitli derecelerde uygulanan ve yeniden getirilen halk sağlığı kısıtlamaları ile öngörülebilir gelecekte bir sorun olmaya devam edeceği göz önüne alındığında, politikacıların, savunmasız gruplar için bakım ve desteğin erişilebilirliğini artırmak için sosyal destek hizmet ağlarının düzenlenmesi önerilebilir.

**Etik Komite Onayı:** Çalışmamız olgu sunumu olduğu için etik kurul onayı gerekmemektedir. Yaşlı bireyden ve evde bakım veren bireyden sözlü ve yazılı onam alınmıştır.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Teşekkür:** COVID-19 pandemi sürecindeki yaşlı bireyin yaşadığı sorunlar, evde bakım veren bireyin yaşlı bakımı ve deneyimi ile ilgili değerli duygu ve düşüncelerini paylaşan hem yaşlı bireye hem de bakım veren bireye katkılarından dolayı çok teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

1. Allen, D. L., McCall, G. E., Loh, A. S., Madden, M. C., & Mehan, R. S. (2010). Acute daily psychological stress causes increased atrophic gene expression and myostatin-dependent muscle atrophy. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 299(3), R889-R898.
2. Ammar, A., Brach, M., Trabelsi, K., Chtourou, H., Boukhris, O., Masmoudi, L., ... & Hoekelmann, A. (2020). Effects of COVID-19 home confinement on eating behaviour and physical activity: results of the ECLB-COVID19 international online survey. *Nutrients*, 12(6), 1583.
3. Bauer, M., Fetherstonhaugh, D., Blackberry, I., Farmer, J., & Wilding, C. (2019). Identifying support needs to improve rural dementia services for people with dementia and their carers: A consultation study in Victoria, Australia. *Australian Journal of Rural Health*, 27(1), 22-27.
4. Blendon, R. J., Benson, J. M., DesRoches, C. M., Raleigh, E., & Taylor-Clark, K. (2004). The public's response to severe acute respiratory syndrome in Toronto and the United States. *Clinical infectious diseases*, 38(7), 925-931.
5. Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., & Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The lancet*, 395(10227), 912-920.
6. Camic, P. M., Hulbert, S., & Kimmel, J. (2019). Museum object handling: A health-promoting community-based activity for dementia care. *Journal of Health Psychology*, 24(6), 787-798.
7. Casagrande, M., Favieri, F., Tambelli, R., & Forte, G. (2020). The enemy who sealed the world: Effects quarantine due to the COVID-19 on sleep quality, anxiety, and psychological distress in the Italian population. *Sleep medicine*, 75, 12-20.
8. Cellini, N., Canale, N., Mioni, G., & Costa, S. (2020). Changes in sleep pattern, sense of time and digital media use during COVID-19 lockdown in Italy. *Journal of Sleep Research*, 29(4), e13074.
9. Chang, K. V., Hsu, T. H., Wu, W. T., Huang, K. C., & Han, D. S. (2016). Association between sarcopenia and cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(12), 1164-e7.
10. Dunn, C. G., Kenney, E., Fleischhacker, S. E., & Bleich, S. N. (2020). Feeding low-income children during the Covid-19 pandemic. *New England Journal of Medicine*, 382(18), e40.



11. Dünya Sağlık Örgütü. Fiziksel hareketsizlik: Küresel Halk Sağlığı Sorunu 2020 [Erişim adresi : [https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_inactivity/en/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_inactivity/en/) . 20.12.2020.
12. Ercan, M., Arıcı, A., & Özüçelik, D. N. N. Covid-19 Pandemi Sürecinin Yaşlılar Üzerindeki Biyo-Psiko-Sosyal Etkileri Üzerine Bir Değerlendirme. *Journal of ADEM*, 1(3), 5-22.
13. Etgen, T., Sander, D., Bickel, H., & Förstl, H. (2011). Mild cognitive impairment and dementia: the importance of modifiable risk factors. *Deutsches Ärzteblatt International*, 108(44), 743-750.
14. Forte, G., Favieri, F., Tambelli, R., & Casagrande, M. (2020). COVID-19 pandemic in the Italian population: validation of a post-traumatic stress disorder questionnaire and prevalence of PTSD symptomatology. *International journal of environmental research and public health*, 17(11), 4151-4157.
15. Gibson, E. L. (2006). Emotional influences on food choice: sensory, physiological and psychological pathways. *Physiology & behavior*, 89(1), 53-61.
16. Hall, M. H., Casement, M. D., Troxel, W. M., Matthews, K. A., Bromberger, J. T., Kravitz, H. M., ... & Buysse, D. J. (2015). Chronic stress is prospectively associated with sleep in midlife women: the SWAN sleep study. *Sleep*, 38(10), 1645-1654.
17. Harvey, S. B., Øverland, S., Hatch, S. L., Wessely, S., Mykletun, A., & Hotopf, M. (2018). Exercise and the prevention of depression: results of the HUNT cohort study. *American Journal of Psychiatry*, 175(1), 28-36.
18. Haynes, S. N., Adams, A., & Franzen, M. (1981). The effects of presleep stress on sleep-onset insomnia. *Journal of abnormal psychology*, 90(6), 601-606.
19. Herbolsheimer, F., Ungar, N., & Peter, R. (2018). Why is social isolation among older adults associated with depressive symptoms? The mediating role of out-of-home physical activity. *International journal of behavioral medicine*, 25(6), 649-657.
20. Hsu, Y. H., Liang, C. K., Chou, M. Y., Liao, M. C., Lin, Y. T., Chen, L. K., & Lo, Y. K. (2014). Association of cognitive impairment, depressive symptoms and sarcopenia among healthy older men in the veterans retirement community in southern Taiwan: A cross-sectional study. *Geriatrics & gerontology international*, 14, 102-108.
21. Ge, M., Zhang, Y., Zhao, W., Hou, L., Xia, X., Liu, X., ... & Dong, B. (2020). Association between number of teeth, denture use and frailty: Findings from the West China health and aging trend study. *The journal of nutrition, health & aging*, 1-6.
22. Hoare, E., Milton, K., Foster, C., & Allender, S. (2016). The associations between sedentary behaviour and mental health among adolescents: a systematic review. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 13(1), 1-22.
23. Innes, A., Morgan, D., & Kostineuk, J. (2011). Dementia care in rural and remote settings: a systematic review of informal/family caregiving. *Maturitas*, 68(1), 34-46. doi: 10.1016 / j.maturitas.2010.10.002
24. Jeong, H., Yim, H. W., Song, Y. J., Ki, M., Min, J. A., Cho, J., & Chae, J. H. (2016). Mental health status of people isolated due to Middle East Respiratory Syndrome. *Epidemiology and health*, 38-42.
25. Kim, J. H., & Duffy, J. F. (2018). Circadian rhythm sleep-wake disorders in older adults. *Sleep medicine clinics*, 13(1), 39-50.
26. Kim, N. H., Kim, H. S., Eun, C. R., Seo, J. A., Cho, H. J., Kim, S. G., ... & Kim, N. H. (2011). Depression Is Associated with Sarcopenia, Not Central Obesity, in Elderly Korean Men. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(11), 2062-2068.
27. Lauritzen, J., Bjerrum, M. B., Pedersen, P. U., & Sørensen, E. E. (2019). Support groups for carers of a person with dementia who lives at home: A focused ethnographic study. *Journal of advanced nursing*, 75(11), 2934-2942.
28. Lei, L., Huang, X., Zhang, S., Yang, J., Yang, L., & Xu, M. (2020). Comparison of prevalence and associated factors of anxiety and depression among people affected by versus people unaffected by quarantine during the COVID-19 epidemic in Southwestern China. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 26, e924609-1.

29. Liu, Q., Luo, D., Haase, J. E., Guo, Q., Wang, X. Q., Liu, S., ... & Yang, B. X. (2020). The experiences of health-care providers during the COVID-19 crisis in China: a qualitative study. *The Lancet Global Health*, 8(6), e790-e798. doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30204-7
30. Luo, J., Quan, Z., Lin, S., & Cui, L. (2018). The association between blood concentration of 25-hydroxyvitamin D and sarcopenia: a meta-analysis. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 27(6), 1258-1270.
31. Meltzer, D. O., Best, T. J., Zhang, H., Vokes, T., Arora, V., & Solway, J. (2020). Association of vitamin D status and other clinical characteristics with COVID-19 test results. *JAMA network open*, 3(9), e2019722-e2019722.
32. Mittelman, M. S., & Papayannopoulou, P. M. (2018). The Unforgettables: a chorus for people with dementia with their family members and friends. *International psychogeriatrics*, 30(6), 779-789.
33. National Research Council, & Committee on Population (2001) Preparing for an aging world: the case for cross national research. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10120>
34. O'connell, B., Hawkins, M., Ostaszkiwicz, J., & Millar, L. (2012). Carers' perspectives of respite care in Australia: an evaluative study. *Contemporary nurse*, 41(1), 111-119.
35. Ozier, A. D., Kendrick, O. W., Leeper, J. D., Knol, L. L., Perko, M., & Burnham, J. (2008). Overweight and obesity are associated with emotion-and stress-related eating as measured by the eating and appraisal due to emotions and stress questionnaire. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(1), 49-56.
36. Patterson, R., McNamara, E., Tainio, M., de Sá, T. H., Smith, A. D., Sharp, S. J., ... & Wijndaele, K. (2018). Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response meta-analysis. *European journal of epidemiology*, 33(9), 811-829.
37. Power, M., Doherty, B., Pybus, K., & Pickett, K. (2020). How COVID-19 has exposed inequalities in the UK food system: The case of UK food and poverty. *Emerald Open Research*, 2.
38. Rauber, F., da Costa Louzada, M. L., Steele, E. M., Millett, C., Monteiro, C. A., & Levy, R. B. (2018). Ultra-processed food consumption and chronic non-communicable diseases-related dietary nutrient profile in the UK (2008–2014). *Nutrients*, 10(5), 587-593.
39. Rokstad, A. M. M., Engedal, K., Kirkevold, Ø., Benth, J. S., Barca, M. L., & Selbæk, G. (2017). The association between attending specialized day care centers and the quality of life of people with dementia. *International psychogeriatrics*, 29(4), 627-632. doi: 10.1017 / S1041610216002015
40. Schrepft, S., Jackowska, M., Hamer, M., & Steptoe, A. (2019). Associations between social isolation, loneliness, and objective physical activity in older men and women. *BMC public health*, 19(1), 1-10.
41. Sidor, A., & Rzymiski, P. (2020). Dietary choices and habits during COVID-19 lockdown: experience from Poland. *Nutrients*, 12(6), 1657-1661.
42. Silva Meneguelli, T., Viana Hinkelmann, J., Hermsdorff, H. H. M., Zulet, M. Á., Martínez, J. A., & Bressan, J. (2020). Food consumption by degree of processing and cardiometabolic risk: a systematic review. *International journal of food sciences and nutrition*, 71(6), 678-692.
43. Solomon, M. R. (2001). Eating as both coping and stressor in overweight control. *Journal of advanced nursing*, 36(4), 563-572.
44. Timmerman, G. M., & Acton, G. J. (2001). The relationship between basic need satisfaction and emotional eating. *Issues in Mental Health Nursing*, 22(7), 691-701.
45. United Nations, Department of Economic and Social Affairs (UNDESA), Population Division (2019). *World Population Prospects 2019, Online Edition. Rev. 1.* <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>. 10.12.2020
46. Xiao, H., Zhang, Y., Kong, D., Li, S., & Yang, N. (2020). The effects of social support on sleep quality of medical staff treating patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in January and February 2020 in China. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 26, e923549-1.

47. Wang, H., Li, T., Barbarino, P., Gauthier, S., Brodaty, H., Molinuevo, J. L., ... & Yu, X. (2020). Dementia care during COVID-19. *The Lancet*, 395(10231), 1190-1191. doi: 10.1016 / S0140-6736 (20) 30755-8.
48. Weiss, R. S. (1973). *Loneliness: The experience of emotional and social isolation*. The MIT Press.
49. Wu, Q., & Gu, D. (2021). Oldest-Old Adults. D. Gu, M. E. Dupre (eds.), *Encyclopedia of Gerontology and Population Aging*, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-69892-2\\_1121-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-69892-2_1121-1)
50. Webb, A. R., Pilbeam, C., Hanafin, N., & Holick, M. F. (1990). An evaluation of the relative contributions of exposure to sunlight and of diet to the circulating concentrations of 25-hydroxyvitamin D in an elderly nursing home population in Boston. *The American journal of clinical nutrition*, 51(6), 1075-1081.
51. Whitmore, S. E. (1996). Vitamin D deficiency in homebound elderly persons. *Jama*, 275(11), 838-839.
52. Wu, C., Chen, X., Cai, Y., Zhou, X., Xu, S., Huang, H., ... & Song, Y. (2020). Risk factors associated with acute respiratory distress syndrome and death in patients with coronavirus disease 2019 pneumonia in Wuhan, China. *JAMA internal medicine*, 180(7), 934-943.
53. Van Schoor, N., & Lips, P. (2017). Global overview of vitamin D status. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, 46(4), 845-870.

## CATION DEFICIENT DIELECTRIC RESONATOR PEROVSKITE ELECTROCERAMICS

Anand K. TYAGI

Professor (Physics & Materials Science), SBS State University (An Establishment of Punjab Govt.), NH-5, Firozpur – 152004 (India)

**Abstract.** Electroceramics are the ceramics that have been specially designed for specific electrical, electronic, optical or magnetic properties. The futuristic demands of Communication Technology require the advanced electroceramics that may efficiently perform the functions of various circuit elements. The performance of electroceramics and their devices is primarily dependent on the three factors namely; complex interplay between processing & chemistry, structure at many levels and device physics. This paper describes the Nano Science assisted synthesis of application grade complex titanate based electroceramics that are presently being used or have futuristic potential to be used in communication technology. A preparative scheme using Nano-powders generated by Auto-ignition method has also been outlined and phase development investigated. The optimized preparational conditions have also been studied and complex titanates to be used as Dielectric Resonators (DR) are specially tailored to meet the demand and requirement of microwave applications for high performance and low cost devices. The dielectric constants measured by sandwich method were found to be around 39 at 5 MHz frequency and all the samples were found to have Q-factor larger than 3500 that make the synthesized materials suitable to be used as DR in Microwave Communication Technology.

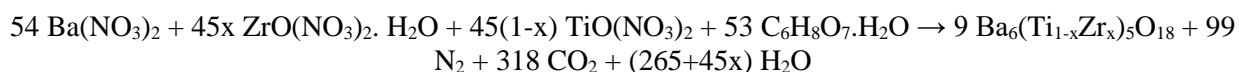
### INTRODUCTION

Barium titanates are widely used in fabrication of dielectric resonators (DRs) for microwave communication technology applications. These materials possess promising dielectric properties, low power losses, good mechanical strength; high thermal stability [1] and in addition, these systems are environment friendly. Major phases of these complex titanates include barium titanate ( $\text{BaTiO}_3$ ), barium tetra titanate ( $\text{BaTi}_4\text{O}_9$ ), barium nona titanate ( $\text{Ba}_2\text{Ti}_9\text{O}_{20}$ ) and cation deficient perovskite ( $\text{A}_6\text{B}_5\text{O}_{18}$ ) etc. The cation deficient perovskites belonging to this family have emerged as a leading candidate as ceramic material used in the fabrication of DRs because of their best suited dielectric properties. The properties of barium titanates can be tuned by doping other elements at barium or titanium sites. This helps to tailor out the materials with desired micro-structural properties; like level of porosity, grain size, core-shell structures, secondary phases etc. The dielectric properties of these titanates are largely dependent on the growth of the grains during sintering and on the type and concentration of the dopants that are to be added [2]. It has been reported that the homo-valent or hetero-valent replacement of Ba or Ti ions in Barium titanates lead to significant variations in material properties [3].  $\text{Zr}^{4+}$  (Zirconium ion) can replace  $\text{Ti}^{4+}$  ions in  $\text{BaTiO}_3$  (BTO) as it is iso-valent with  $\text{Ti}^{4+}$ . It has been reported that Zr addition to BTO shows shift in Curie point, notable depression in the dielectric peak and formation of core shell grains that lead to desired temperature stability of dielectric properties and enhancement in dielectric properties [4].

In the present work, we have attempted to dope  $\text{Zr}^{4+}$  to cation deficient perovskite  $\text{Ba}_6\text{Ti}_5\text{O}_{18}$  of ( $\text{A}_6\text{B}_5\text{O}_{18}$ ) family with an objective to have similar improvement in properties of this highly promising DR material. The samples with nominal composition  $\text{Ba}_6(\text{Ti}_{1-x}\text{Zr}_x)_5\text{O}_{18}$ ; ( $0.0 \leq x \leq 0.25$ ) have been synthesized by Sol-Gel Auto Combustion method and the effects of substitution of titanium by zirconium on phase development, structural, micro-structural, morphological and dielectric properties have been investigated in this report.

## EXPERIMENTAL WORK

The low temperature synthesis of  $Ba_6(Ti_{1-x}Zr_x)_5O_{18}$  ceramics has been realized by using Barium Nitrate  $\{Ba(NO_3)_2\}$  (S A), Zirconium Oxy-nitrate  $\{ZrO(NO_3)_2\}$  (S A) and Titanium Iso-propoxide  $[Ti\{OCH(CH_3)_2\}_4]$  (S A) as starting chemicals. Nitric Acid ( $HNO_3$ ) (F S), Citric Acid Monohydrate ( $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ ) (C D H) and Ammonia ( $NH_3$ ) (RFC) are used as solvents. In all six samples corresponding to  $x=0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2$  and  $0.25$  have been synthesized in accordance to the metallurgical reaction given below and the obtained ceramics are termed as BZT0, BZT05, BZT1, BZT15, BZT2 and BZT25 respectively.



The starting AR grade chemicals  $Ba(NO_3)_2$ ,  $TiO(NO_3)_2$ ,  $ZrO(NO_3)_2$  and citric acid are taken in a molar proportion of 6: 5-5x: 5x: 5.88 for synthesizing one mole of  $Ba_6(Ti_{1-x}Zr_x)_5O_{18}$  ceramic according to above equation maintaining the total metal ion to citric acid molar ratio to 1:0.534. Firstly, a clear solution of titanyl nitrate  $TiO(NO_3)_2$  is prepared from titanium iso-propoxide  $\{Ti(OCH(CH_3)_2)_4\}$  under ice cold conditions using the method reported in our earlier report [5]. Separately, an aqueous solution of  $Ba^{2+}$  cations is formed by dissolving weighed amount of  $BaNO_3$  in minimum amount of distilled water at  $40^\circ C$  by continuous stirring. The weighed amount of  $ZrO(NO_3)_2$  is dissolved in hot distilled water under continuous stirring to obtain an aqueous solution of  $Zr^{4+}$  cations.  $TiO(NO_3)_2$  solution, aqueous  $Zr^{4+}$  solution and aqueous  $Ba^{2+}$  solution are mixed together under vigorous stirring to obtain clear solution. The citric acid solution, prepared separately in distilled water, is then added to the above prepared solution under vigorous stirring to obtain transparent aqueous solution having citrate and nitrates. The solution is named Citrate - Nitrate (CN) solution.

Dilute ammonium hydroxide  $NH_4OH$  is added drop wise to the CN solution to adjust the pH value  $\sim 6$  that leads to clear yellow transparent solution. The obtained solution is heated on a hot plate at  $\sim 90^\circ C$  till the formation of yellow transparent gel. Then temperature of the hot plate is raised and at  $\sim 240^\circ C$ , the gel swells and gets ignited. The ignition takes place for approximately 5 seconds with evolution of large volume of gaseous products. As a result black voluminous powder containing carbon residue is produced. The obtained powder is then calcined at  $600^\circ C$  to remove the carbon residue. The pellets of the powder, so obtained, are prepared using PVA (poly vinyl alcohol) as binder and then, calcined at  $600^\circ C$  to expel the binder. The sintering of pellets is done at  $1250^\circ C$  for 2 hours at heating rate of  $3^\circ C/minute$ . All the six samples were synthesized using the aforesaid method in a single go.

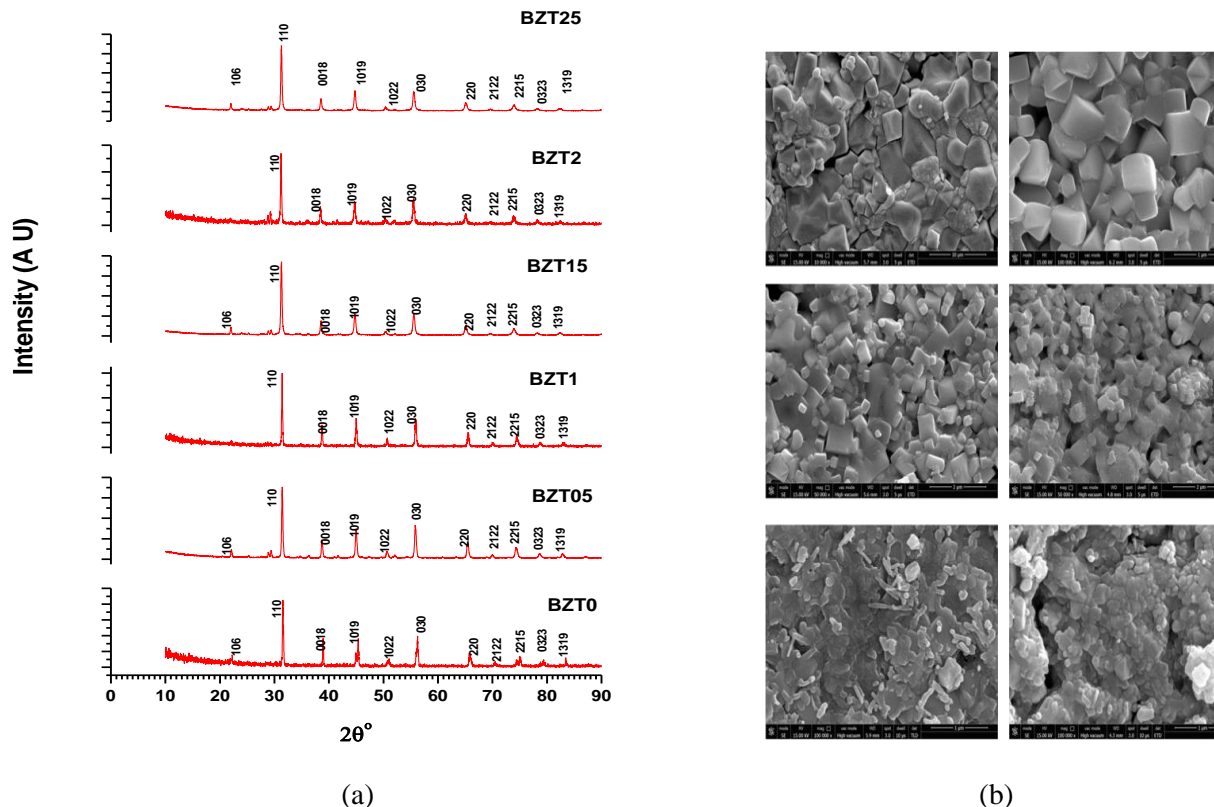
X ray diffraction of the sintered pellets is done with the help of Bruker D8 Advance diffractometer using  $Cu K_\alpha$  radiation. FESEM/EDS analysis of sintered pellets is done using Nova Nano FE-SEM (FEI) for morphological and elemental analysis. FTIR analysis is carried out using FT-IR Spectrum 2 (Perkin Elmer). Dielectric properties are measured using Hioki impedance analyzer in frequency range 100 Hz to 5 MHz at room temperature.

## RESULTS AND DISCUSSION

### XRD Characterization

The XRD patterns for  $Ba_6(Ti_{1-x}Zr_x)_5O_{18}$ ; ( $0.0 \leq x \leq 0.25$ ) ceramics sintered at  $1250^\circ C$  are shown in figure1(a). Clearly, all the XRD peaks are well defined and can be indexed on the basis of hexagonal symmetry of the structure. The XRD patterns observed are similar to the XRD pattern of  $Ba_6Nb_4TiO_{18}$  ceramic reported in literature [6, 7]. All Zr doped  $Ba_6(Ti_{1-x}Zr_x)_5O_{18}$  ceramics show nearly identical XRD patterns with no detectable impurity phases. However, the peaks show a shift toward smaller angle side which may be attributed to intake of relatively larger ion  $Zr^{4+}$  ( $0.72\text{\AA}$ ) as a replacement of  $Ti^{4+}$  ( $0.605\text{\AA}$ ) ions in the ceramic matrix. The indexing of peaks and calculation of lattice parameters are done using the analytical method for non cubic crystals [8]. The lattice parameters 'a' & 'c' values are 5.67, 5.69, 5.69, 5.71, 5.72

and 5.72 Å ('a'); 41.62, 41.78, 41.83, 41.98, 42.06 and 42.00 Å ('c') for BZT0, BZT05, BZT1, BZT15, BZT2 and BZT 25 respectively. Both the parameters are found to increase with the increase in value of x. This is due to the replacement of  $Ti^{4+}$  (0.605Å) ions with larger  $Zr^{4+}$  (0.72Å) ions [9, 10].  $Ba_6(Ti_{1-x}Zr_x)_5O_{18}$  ( $0 \leq x \leq 0.25$ ) ceramics with densities above 93% have been obtained after sintering at 1250°C for 2 hours. The crystallite sizes, as calculated for (110) reflection for BZT ceramics, lie in the range 30-40 nm [9].



**FIGURE 1.** (a) XRD patterns of  $Ba_6(Ti_{1-x}Zr_x)_5O_{18}$  ceramic samples ( $0 \leq x \leq 0.25$ ) sintered at 1250°C. (b) FESEM images of  $Ba_6(Ti_{1-x}Zr_x)_5O_{18}$  ceramic samples ( $0 \leq x \leq 0.25$ )

### FESEM Analysis

The microstructures of all the  $Ba_6(Ti_{1-x}Zr_x)_5O_{18}$  (BZT) ceramics as obtained by FESEM are shown in figure 1(b). BZT0 ( $x=0$ ) ceramic has homogeneous microstructure with smaller grains having size range from 37.58 nm to 75.54 nm and larger grains having size range from 703.5 nm to 4.813  $\mu m$ . The grains have the polyhedral shape with clear, well defined edges, corners, faces and grain boundaries. It has good sinterability and the low amount of inter-granular porosity. The microstructures of  $x=0.05$  (BZT05) and  $x=0.1$  (BZT1) samples have identical features, differing only in grain sizes; from 68.78nm to 600nm for BZT05 and 129.9 nm to 806.6 nm for BZT1. Both these samples have cuboidal shape grains in comparison to polyhedral shape for BZT0 ceramics. The grains are having clear, well defined edges, faces and grain boundaries. These ceramics possess less inter-granular porosity in comparison to BZT0 ceramic. The microstructure for BZT15 ceramic is homogeneous having size ranging from 24.43 nm to 568.2 nm. The grains have the cuboidal shape and initiation of the coalescence process can be clearly seen in the FESEM image of BZT15 ceramic [11]. This leads to coarsening of grains and thus increase in densification. The grain boundaries have started merging each other due to coarsening of grains and intergranular porosity has decreased much in comparison to BZT0, BZT05 and BZT1 ceramics. Similarly, it can be observed that coalescence process and agglomeration of grains goes on for BZT2 and BZT25

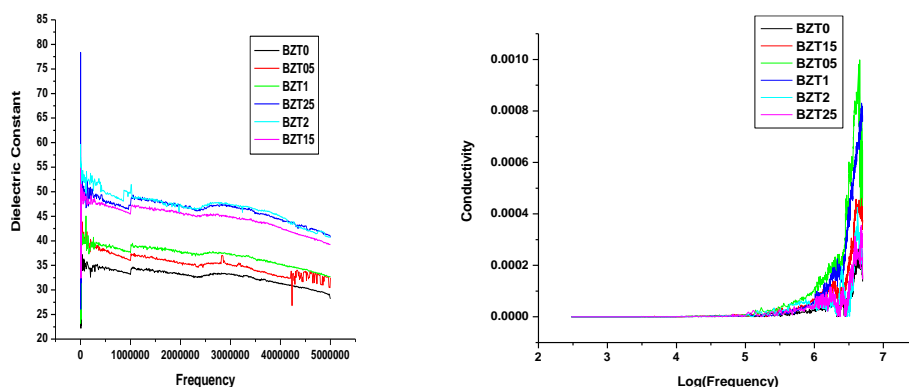
ceramics, as a result inter-granular porosity is further reduced to the large extent. The agglomeration of grains at higher Zr content is due to the nano-metric size of these grains. As the grains having small dimensions have the large surface area and are thus thermodynamically unstable. These have large surface energies and thus tend to agglomerate [9]. The sample BZT2 is unique in itself as it has bimodal distribution of grains having rod shaped, as well as, the polyhedral shaped grains with grain size lying in the range from 30.52 nm to 176.4 nm. However, the sample BZT25 showed grains of sizes ranging from 48.56 nm to 343.9 nm. The decrease in grain size at higher Zr content is due to the reduced grain growth rate owing to slow diffusion of  $Zr^{4+}$  ions having larger ionic radius [12].

From analysis of EDX spectra for all the BZT compositions, it was observed that only Barium, titanium and oxygen elements are present in BZT0. There are no traces of any other element. For all other compositions from BZT05 to BZT25, the presence of zirconium was observed along with barium, titanium and oxygen elements. The atomic composition obtained for BZT ceramics from EDX spectra and that calculated theoretically match well and amount of zirconium increases from BZT0 to BZT25 ceramics, as expected. However, the amount of oxygen was little deficient for  $Ba_6(Ti_{1-x}Zr_x)_5O_{18}$  ceramics in comparison to theoretical value.

### FTIR Analysis

FTIR absorption spectra was almost same for all the compositions showed almost same FTIR spectra, wherein the absorption peaks between  $3777\text{cm}^{-1}$  to  $2823.21\text{cm}^{-1}$  have been identified as the stretching vibration of hydrogen bonded OH (hydroxyl) bond of water ( $H_2O$ ) absorbed on the surface [13, 14]. The absorption peaks at around  $1600\text{cm}^{-1}$  and  $1400\text{cm}^{-1}$  correspond to bending mode of absorbed water (H-O-H bending) and the OH bond of the water molecule respectively [13, 15]. The presence of water can be due to absorption of moisture from the environment. The absorption peaks having very small intensity at  $1052.38\text{cm}^{-1}$  and  $1059.14\text{cm}^{-1}$  for BZT05 ( $x=0.05$ ) and BZT1 ( $x=0.1$ ) samples may be due to stretching vibration mode of the C-O bond [16]. The absorption peak at  $858.25\text{cm}^{-1}$ ,  $858.70\text{cm}^{-1}$  and  $859.62\text{cm}^{-1}$  for BZT0 ( $x=0.0$ ), BZT1 ( $x=0.1$ ) and BZT2 ( $x=0.2$ ) may be due to stretching vibration mode of distorted  $TiO_6$  octahedral [17]. The highly intense absorption peaks between  $540.07\text{cm}^{-1}$  and  $573.06\text{cm}^{-1}$  for BZT ceramics correspond to the stretching vibration of  $TiO_6$  octahedral connected to Barium ion [13, 18]. The absorption peaks between  $410.57\text{cm}^{-1}$  and  $436.55\text{cm}^{-1}$  for BZT ( $0 \leq x \leq 0.25$ ) compositions have been identified as bending vibration mode of Ti-O bonds [14, 16]. The stretching vibration of  $TiO_6$  octahedral and Ti-O bending vibration confirms the presence of  $TiO_6$  octahedral; the face sharing of these  $TiO_6$  octahedral leads to the formation of hexagonal closed pack structures.

### Dielectric Characterization



(b)

**FIGURE 2.** (a) Variation of dielectric constant (b) conductivity with the frequency for  $Ba_6(Ti_{1-x}Zr_x)_5O_{18}$  ( $0 \leq x \leq 0.25$ ) samples.

The variation in the values of dielectric constant as a function of frequency has been shown in figure 2(a) for all the BZT samples synthesized. In general, its values are observed to decrease with rise in frequency. These values were determined to be 37.26, 43.70, 42.03, 53.71, 59.20 & 54.29 at 1 KHz, 33.19, 36.01, 37.61, 45.47, 49.72 & 47.24 at 1 MHz and 28.22, 32.49, 32.70, 39.26, 40.75 & 40.72 at 5 MHz for BZT0 ( $x=0$ ), BZT05 ( $x=0.05$ ), BZT1 ( $x=0.1$ ), BZT15 ( $x=0.15$ ), BZT2 ( $x=0.2$ ) & BZT25 ( $x=0.25$ ) respectively. It can be observed from here, as well as, from figure 2(a) that dielectric constant values increase with enhancement in the amount of zirconium [4, 19]. The calculated values of electrical conductivity for all the samples have been plotted against log (frequency) in figure 2(b). The conductivity is observed to increase with the rise in the frequency. The maximum values of conductivity for all BZT samples synthesized; BZT0, BZT05, BZT1, BZT15, BZT2 and BZT25 are respectively  $2.65 \times 10^{-4}$ ,  $9.15 \times 10^{-4}$ ,  $8.26 \times 10^{-4}$ ,  $4.67 \times 10^{-4}$ ,  $4.25 \times 10^{-4}$  and  $3.56 \times 10^{-4} \text{ Sm}^{-1}$ . The maximum values of quality factor for these samples are 12500, 2941.176, 7142.857, 2173.913, 100000 and 9091 respectively.

## CONCLUSION

$\text{Ba}_6(\text{Ti}_{1-x}\text{Zr}_x)_5\text{O}_{18}$  ( $0 \leq x \leq 0.25$ ) ceramics with densities up to 93% have been successfully synthesized using sol gel combustion method. All BZT compositions show similar, well defined and indexed XRD peak patterns with no detectable impurity phase. The peaks shift toward smaller angle with increase in amount of zirconium. The lattice parameters 'a' and 'c' increased with substitution of titanium by zirconium as expected. The crystallite size is almost same for all the compositions in the range 30-40 nm. XRD, FESEM/EDS and FTIR analysis confirm the formation of  $\text{Ba}_6(\text{Ti}_{1-x}\text{Zr}_x)_5\text{O}_{18}$  with little deficiency of oxygen. The decrease in grain size and agglomeration of grains is evidenced with increase in amount of zirconium by FESEM analysis. The dielectric properties show enhancement with increase in substitution of titanium by zirconium. The investigation of dielectric constant, conductivity and quality factors reveal that  $\text{Ba}_6(\text{Ti}_{1-x}\text{Zr}_x)_5\text{O}_{18}$ ; ( $0 \leq x \leq 0.25$ ) ceramics are suitable to be used as dielectric resonators.

## ACKNOWLEDGEMENT

Authors highly acknowledge I.K. Gujral Punjab Technical University, Kapurthala, for its valuable inputs in course of this work. The authors are also very grateful to TEQIP, MHRD/World Bank Project for providing the necessary research facilities. Furthermore, authors appreciatively acknowledge IIC, I.I.T. Roorkee, MRC, MNIT Jaipur and S B S State Technical Campus, Ferozepur for support in characterization of samples.



## REFERENCES

1. M. E. Lines and A. M. Glass, Principles and Applications of Ferroelectrics and Related Materials (Clarendon Press, Oxford, 1977).
2. V. Paunovic, L. Živkovic, L. Vracar, V. Mitic and M. Miljkovic, Serbian J. Elect. Eng. **1(3)**, 89-98, 2004.
3. R. N. Das and P. Pramanik, Nanotechnology **15**, 279-282, 2004.
4. N. Binhayeeniyi, P. Sukvisut, C. Thanachayanont and S. Muensit, Mater. Lett. **64**, 305–308, 2010.
5. K. Kaur and A. K. Tyagi, Int. J. Sci. Res. Phys. Appl. Sci. **6(5)**, 15-20, 2018.
6. N. I. Santha and M. T. Sebastian, J. Am. Ceram. Soc., **90 [2]**, 496–501, 2007.
7. A. R. Drews, W. Wong-Ng, T. A. Vanderah and R.S. Roth, J. Alloys Comp. **255**, 243–7, 1997.
8. [http://weavegroup.ua.edu/uploads/4/8/9/48901279/lab\\_2\\_-\\_crystal\\_structure\\_determinartion\\_for\\_non\\_cubic\\_crystals.pdf](http://weavegroup.ua.edu/uploads/4/8/9/48901279/lab_2_-_crystal_structure_determinartion_for_non_cubic_crystals.pdf)
9. M. I. B. Bernardi, E. Antonelli, A. B. Loureno, C. A. C. Feitosa, L. J. Q. Maia and A. C. Hernandes, J. Therm. Anal. Calorim. **87 (3)**, 725–730, 2007.
10. A. Dixit, S. B. Majumder, A. Savvinov, R. S. Katijar, R. Guo and A. S. Bhalla, Mater. Lett. **56**, 933, 2002.
11. M. Deluca, C. A. Vasilescu, A. C. Ianculescu, D. C. Berger, C. E. Ciomaga, L. P. Curecheriu, L. Stoleriu, A. Gajovic, L. Mitoseriu and C. Galassi, J. Eur. Ceram. Soc. **32**, 3551–3566, 2012.
12. C. E. Ciomaga, M. Viviani, M. T. Buscaglia, V. Buscaglia, L. Mitoseriu and A. Stancu, J. Eur. Ceram. Soc. **27**, 4061–4064, 2007.
13. H. Z. Akbas, Z. Aydin, I. H. Karahan, T. Dilsizoglu, S. Turgut, “Process control using FT-IR analysis of BaTiO<sub>3</sub> from ultrasonically activated BaCO<sub>3</sub> and TiO<sub>2</sub>”, in Proceedings of 17th Research World International Conference, (Riyadh, Saudi Arabia, 19th June 2016).
14. R. Ashiri, Vib.Spectrosc. **66**, 24– 29, 2013.
15. M. Draw M., Egypt. J. Sol. **25(1)**, 147-150, 2002.
16. G. Margarita, G. Chadeyron, D. Boyer, A. G. Murillo, F. C. Romo and R. Mahiou, Nano-Micro Lett. **5(1)**, 57-65, 2013.
17. B. C. Viana, O. P. Ferreira, A. G. S. Filho, A. A. Hidalgo, J. M. Filho, O. L. Alves, Vib. Spectrosc. **55**, 183–187, 2011.
18. L. J. Preston, M. R. M. Izawa and N. R. Banerjee, Astrobiology **11(7)**, 585-599, 2011.
19. A. Elbasset, F. Abdi , T. Lamcharfi, S. Sayouri, M. Abarkan, N. S. Echatoui and M. Aillerie, Indian J. Sci. Technol. **8(13)**, 2015.

## COVID-19 DÖNEMİNDE YETİŞKİN BİREYLERDE DİYETLE ALINAN SU MİKTARININ VE FİZİKSEL AKTİVİTE DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Nursel ŞAHİN**

Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi

**Şenay ÇATAK**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi

**Gamze AKBULUT**

Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi

**Öz:** Yeterli miktarda su tüketimi ve fiziksel aktivite, yaşamın her aşamasında sağlığın temel bileşenleridir. Su tüketimi ile birlikte yiyecek ve içeceklerle alınan su miktarı, diyetle alınan su miktarını ifade etmektedir. Diyetle alınan su miktarı, bireylerin hidrasyon durumunu etkilediği için üzerinde durulması gereken bir konudur. Ayrıca fiziksel aktivite ile birlikte özellikle bağışıklık sistemi ile ilgili hastalıklarda birçok komplikasyonu azaltarak hayati önem taşımaktadır. Bu çalışma, COVID-19 döneminde yetişkin bireylerin diyetle alınan su miktarını ve fiziksel aktivite durumunu değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, bireylerin vücut ağırlığı, boy uzunluğu ölçümleri ile besin tüketim sıklığı, içecek tüketim sıklığı ve Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi'nden oluşan Su Dengesi Ölçeği kullanılmıştır. Oluşturulan çevrim içi bir anket aracılığıyla 102 erkek ve 582 kadın olmak üzere toplam 684 yetişkin bireye ulaşılmıştır. Bireylerin %39,9'u düşük, %56,7'si orta ve %3,4'ü yüksek fiziksel aktivite düzeyinde bulunmuştur. Fiziksel aktivite düzeyleri bakımından erkek ve kadınlar arasında anlamlı farklılık olmasa da düşük fiziksel aktivite düzeyinde olan kadınlar, erkeklerden daha fazla bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Aktivite düzeyi arttıkça içme suyu tüketimi, içeceklerden alınan su ve diyetle alınan toplam su miktarı artmıştır ( $p>0,05$ ). Diyetle alınan su, erkeklerde  $4776,1\pm 165,54$  mL, kadınlarda ise  $4777,3\pm 65,07$  mL olarak belirlenmiştir. Erkek ve kadın bireyler arasında diyetle alınan su miktarı bakımından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Ancak bireylerin BKİ değeri arttıkça içme suyu tüketimine bağlı olarak diyetle alınan su miktarı artmıştır ( $p<0,05$ ). Sonuç olarak, çalışmaya katılan bireylerin çoğunun diyetle alınan su miktarı önerilerini karşıladığı ancak fiziksel aktivite düzeylerinin yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** diyetle alınan su, fiziksel aktivite, COVID-19

### GİRİŞ ve KURAMSAL ÇERÇEVE

Su, insan vücudunun önemli bir bileşeni olmakla birlikte sağlık ve yaşam için çok önemlidir (Jequier, 2009: 115-123). Vücutta birçok biyokimyasal reaksiyon su çözeltilerinde gerçekleşmektedir (Kleiner, 1999: 200-206). Ayrıca vücut ısısının düzenlenmesi, sinir iletimi ve birçok kimyasal reaksiyon dahil olmak üzere neredeyse metabolizmanın tüm işlevlerinde anahtar rol oynamaktadır (Gibson, 2012: 182-192). Enerji için kullanılan makro besin öğelerinin metabolizması da vücuda su sağlamaktadır (Elmadfa, 2015: 141-147). Ancak vücutta su deposu bulunmadığı ve metabolizmada kaybedilen miktar, endojen

olarak üretilen miktarı aştığı için dışarıdan yiyecek ve içecek tüketimi ile yeterli su alımının sağlanması gerekmektedir (Riebl, 2013: 21-28). İçme suyu, içecekler (örneğin çay, şarap, alkolüzsüz içecekler vb.) ve besinlerde bulunan su, gereksinim duyulan su kaynaklarını oluşturmaktadır (Gandy, 2015: 11-16). Tüm bu kaynaklardan alınan su, diyetle alınan su miktarı olarak ifade edilmektedir. Diyetle alınan su miktarının büyük bir kısmını, içme suyu ve meşrubat, kahve, çay gibi içecekler oluştursa da su içeriği yüksek (%65-80) olan yiyecekler de önemli katkı sağlamaktadır (Elmadfa, 2015: 141-147).

Günümüzde diyetle alınan toplam su miktarı için çeşitli öneriler bulunmaktadır. ABD Tıp Enstitüsü (IOM), içecek ve besinlerden alınan su için yeterli alım değeri olarak yetişkin erkekler için günde 3,7 L/gün ve yetişkin kadınlar için 2,7 L/gün önermektedir (IOM, 2005). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), erkekler için 2,9 L/gün ve kadınlar için 2,2 L/gün olacak şekilde öneride bulunmaktadır (WHO, 2005). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından yayınlanan kılavuzlar ise orta yoğunlukta bir işte ve hafif dış ortam sıcaklığında yetişkinler için diyetle alınan toplam su miktarının erkekler için 2,5 L/gün ve kadınlar için 2,0 L/gün olması gerektiğini belirtmektedir (EFSA, 2010). Tüm bu öneriler, içme suyu dahil tüm içecek ve yiyeceklerden alınan suyu içermektedir (Klimešová, 2018: 167-174). Diyetle alınan su için bu farklı önerilerden ziyade, sağlıklı bireyler için yeterli alım miktarını tahmin etmek daha uygundur. Çünkü sıvı gereksinimleri yaş, cinsiyet, fiziksel aktivite, çevresel koşullar, hastalıklar, enfeksiyonlar, diyetin besin bileşimi (örneğin; su içeriği, elektrolitler, nitrojen içeriği, diyet lifi) gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Elmadfa, 2015: 141-147; Gandy, 2016: 677-682).

Diyetle alınan su miktarının düşük olması, bazı kronik hastalıklarla ilişkilendirilmiş olsa da bu durum, kronik hastalık riskini azaltmanın bir yolu olarak öneriler oluşturmada yetersiz kalmaktadır. Bunun yerine, toplam su için yeterli alım miktarları, özellikle akut dehidrasyonun zararlı etkilerini önlemek için ayarlanmalıdır (Campbell, 2004: 1-4). Bir yılı aşkın süredir mücadele edilen COVID-19 salgınının bireylerin beslenme davranışlarında ve sıvı alımlarında değişikliğe neden olduğu bildirilmiştir (Gençalp, 2020: 1-15). Ek olarak, COVID-19'a maruz kalmadan önceki haftalarda düşük hidrasyon durumunun, akciğerlerde sıvı birikimini destekleyen birden fazla olası yolla COVID-19'dan ölüm riskini artırdığı varsayılmaktadır (Stokey, 2020). Bu nedenle, bireylerin hidrasyon durumunu iyileştirebilmesi için tüm içeceklerden ve yiyeceklerden alınan suyun yeterli olması oldukça önemli bir noktadır.

Fiziksel aktivite, sağlığın önemli bir belirleyicisidir (Lee, 2012: 219-229). Fiziksel aktivite, bağışıklık sistemini güçlendirerek ve obezite, diyabet, hipertansiyon ve ciddi kalp rahatsızlıkları gibi bazı komorbiditeleri ortadan kaldırarak birçok hastalıkla mücadeleye yardımcı olabilmektedir. Ancak tüm dünyaya yayılarak bir pandemi haline gelen COVID-19 salgınının, her yaşta insanda fiziksel aktiviteyi kısıtladığı belirtilmektedir (Shahidi, 2020: 2147-2148). Karantina döneminde yapılan bir çalışmada, COVID-19 döneminde ilk ve acil yardım öğrencilerinin fiziksel aktivite düzeylerinin yeterli olmadığı (%56,9'u inaktif) bildirilmiştir. Ayrıca öğrencilerin %89,6'sının aktivite düzeyinin sağlığı koruma ve geliştirmede yetersiz olduğu ve yalnızca %10,6'sının yeterli fiziksel aktivite düzeyine sahip olduğu saptanmıştır (Gençalp, 2020: 1-15). COVID-19 pandemisi ve halk sağlığı kısıtlamaları sırasında genç-yetişkin bireylerin fiziksel aktivite durumlarını değerlendiren bir çalışmada ise bireylerin %69,3'ünün inaktif olduğu bildirilmiştir (Ciddi, 2020: 262-279). Benzer şekilde, bir başka çalışmada ise üniversite öğrencilerinin COVID-19 pandemisi sürecinde fiziksel inaktivite oranlarının endişe verici derecede arttığı, düzenli fiziksel aktivite davranışını sürdürmeye kararlı olan öğrencilerin aktivite biçimlerini değiştirerek sürece uyum sağladıkları rapor edilmiştir (Ercan, 2020: 69-74). Bununla birlikte, karantina sonrası bağışıklık sistemi fonksiyonlarının korunmasının önemi konusundaki artan bilgilendirmelere bağlı olarak fiziksel aktiviteye ilginin artmış olması da mümkündür (Hammami, 2020).

## AMAÇ

Bu çalışmada COVID-19 döneminde yetişkin bireylerin diyetle alınan su miktarını ve fiziksel aktivite durumunu değerlendirmek amaçlanmıştır.

## KAPSAM

Bu kesitsel ve tanımlayıcı çalışma kapsamında veriler, yiyecek ve tüm içeceklerden alınan su miktarı ve fiziksel aktivite durumu ile ilgili sorulardan oluşan çevrimiçi bir anket yoluyla toplanmıştır. Çalışma, Kasım 2020-Ocak 2021 tarihleri arasında sosyal medya (Instagram, WhatsApp, Facebook gibi) veya e-posta yoluyla ulaşılabilen 19-64 yaş arası, gönüllü 684 birey ile tamamlanmıştır.

## YÖNTEM

Çalışma, 102 erkek ve 582 kadın olmak üzere toplam 684 yetişkin birey ile yürütülmüştür. Çalışma için Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul tarafından etik onay alınmıştır (Sayı: 2020/050). Veri toplama işlemi, Google Formlar üzerinde oluşturulan çevrimiçi bir anket aracılığıyla gerçekleştirilmiş ve tüm verilerin yalnızca araştırma amaçlı kullanılacağı konusunda kişiler bilgilendirilmiştir. Çalışmada, diyetle alınan su miktarının ve fiziksel aktivite durumunun değerlendirilmesi için vücut ağırlığı, boy uzunluğu ölçümleri ile besin tüketim sıklığı, içecek tüketim sıklığı ve Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi'nden oluşan Su Dengesi Ölçeği kullanılmıştır. Besin ve içecek tüketim sıklığı aracılığıyla alınan toplam su miktarının belirlenmesi için BeBiS 7.2 bilgisayar programı kullanılmıştır. BKİ değerlendirilmesinde Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) sınıflandırması kullanılmıştır<sup>1</sup>. BKİ; <18,5 ise zayıf, 18,5-24,9 aralığında ise normal, 25,0-29,9 aralığında ise fazla kilolu, ≥30,0 ise obez olarak değerlendirme yapılmıştır. Toplam haftalık aktivite, yüksek, orta, hafif (yürüme) fiziksel aktivite ve dinlenmenin toplamından elde edilerek MET-dakika/hafta olarak ifade edilmiştir. Toplam fiziksel aktivite 600 MET-dk/hafta altında ise düşük, 600-3000 MET-dk/hafta ise orta ve 3000 MET-dk/hafta üzeri yüksek aktivite olarak sınıflandırılmıştır (Biernat, 2008: 46-52). Elde edilen veriler, SPSS 22 versiyon istatistik paket programı ile uygun istatistiksel testler kullanılarak değerlendirilmiştir. Analizlerde istatistiksel anlamlılık p<0,05 düzeyinde kabul edilmiştir.

## BULGULAR

Çalışmaya katılan bireylerin %14,9'u erkek ve %85,1'i kadın olmak üzere ortalama yaş 24,3±7,08 yıl olarak saptanmıştır. Ortalama BKİ, erkeklerde 25,6±4,20 kg/m<sup>2</sup> ve kadınlarda 21,9±3,91 kg/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Bireylerin %65,9'u normal vücut ağırlığına sahip iken %13,6'sı zayıf ve %20,5'i fazla kilolu ya da obezdir. Erkeklerin çoğu (%91,2) normal vücut ağırlığında veya fazla kilolu iken kadınların çoğu (%83,3) normal vücut ağırlığında veya zayıf olarak bulunmuştur (p<0,05).

Bireylerin fiziksel aktivite durumuna göre diyetle alınan su miktarına ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Bireylerin %39,9'u düşük, %56,7'si orta fiziksel aktivite düzeyinde ve çok az bir kısmı (%3,4) yüksek fiziksel aktivite düzeyinde bulunmuştur. Aktivite düzeyi arttıkça içme suyu tüketimi, içeceklerden alınan su ve diyetle alınan toplam su miktarı, anlamlı olmasa da artmıştır (p>0,05).

<sup>1</sup> [https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO\\_TRS\\_894/en/](https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/)

Tablo 1. Fiziksel aktivite durumuna göre bireylerin diyetle alınan su miktarının değerlendirilmesi

|                               | Düşük fiziksel aktivite (n=273) | Orta düzey fiziksel aktivite (n=388) | Yüksek Fiziksel Aktivite (n=23) | p*    |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------|
| Diyetle alınan toplam su (mL) | 4673,9±90,27                    | 4827,2±82,83                         | 5157,8±376,48                   | 0,238 |
| Besinlerden alınan su (mL)    | 1078,2± 15,73                   | 1064,4±13,49                         | 1099,9±70,12                    | 0,701 |
| İçeceklerden alınan su (mL)   | 2253,1 ±57,03                   | 2370,1±50,87                         | 2483,5±214,63                   | 0,236 |
| İçme suyu (mL)                | 1342,7±40,34                    | 1392,7±36,57                         | 1574,3±182,61                   | 0,268 |

\*One-Way ANOVA, p<0,05.

Cinsiyete göre bireylerin fiziksel aktivite durumu ve diyetle alınan su miktarına ilişkin bilgiler Tablo 2’de verilmiştir. Erkeklerin %25,5’i düşük, %58,8’i orta, %15,7’si yüksek fiziksel aktivite düzeyinde, kadınların ise %42,4’ü düşük, %56,4’ü orta, %1,2’si yüksek fiziksel aktivite düzeyinde bulunmuştur. Fiziksel aktivite düzeyleri bakımından erkek ve kadınlar arasında anlamlı farklılık olmasa da düşük fiziksel aktivite düzeyinde olan kadınlar, erkeklerden daha fazla bulunmuştur (p>0,05). Erkek ve kadın bireyler arasında diyetle alınan su miktarı bakımından da anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p>0,05). Diyetle alınan su miktarı, erkeklerde 4776,1±165,54 mL, kadınlarda ise 4777,3±65,07 mL olarak belirlenmiştir. Her iki cinsiyette de toplam su miktarına katkı, en çok içeceklerden alınan su ile olmuştur. Ek olarak, bireylerin diyetle alınan su miktarının IOM önerilerini karşıladığı belirlenmiştir.

Tablo 2. Cinsiyete göre bireylerin diyetle alınan su miktarının ve fiziksel aktivite durumunun değerlendirilmesi

|                                 | Erkek (n=102) | Kadın (n=582) | Toplam (n=684) | p*    |
|---------------------------------|---------------|---------------|----------------|-------|
| Düşük fiziksel aktivite düzeyi  | 26 (%25,5)    | 247 (%42,4)   | 273 (%39,9)    |       |
| Orta fiziksel aktivite düzeyi   | 60 (%58,8)    | 328 (%56,4)   | 388 (%56,7)    | 0,082 |
| Yüksek fiziksel aktivite düzeyi | 16 (%15,7)    | 7 (%1,2)      | 23 (%3,4)      |       |
| Diyetle alınan toplam su (mL)   | 4776,1±165,54 | 4777,3±65,07  | 4777,1±60,57   | 0,994 |
| Besinlerden alınan su (mL)      | 1105,9±25,85  | 1065,0±11,04  | 1071,1±10,16   | 0,152 |
| İçeceklerden alınan su (mL)     | 2317,7±97,62  | 2328,9±40,62  | 2327,2±37,48   | 0,916 |
| İçme suyu (mL)                  | 1352,5±78,42  | 1383,5±28,59  | 1378,9±26,97   | 0,683 |

\*t-test, p<0,05.

Bireylerin BKİ sınıflamasına göre fiziksel aktivite durumu ve diyetle alınan su miktarına ilişkin bilgiler Tablo 3’te verilmiştir. Zayıf bireylerin aktivite durumu incelendiğinde %62,4’ü orta ve %36,6’sı düşük fiziksel aktivite düzeyinde iken sadece %1’i yüksek fiziksel aktivite düzeyinde bulunmuştur. Benzer şekilde, yüksek fiziksel aktivite düzeyinde bulunanların sayısı, normal vücut ağırlığına sahip bireylerde (%2,7) ve fazla kilolu veya obez bireylerde de (%7,1) düşüktür. Normal ve fazla kilolu/obez bireylerin büyük çoğunluğu (sırasıyla %57,9 ve %49,3) orta fiziksel aktivite düzeyinde bulunsun da fazla kilolu/obez bireylerin büyük bir kısmı (%43,6) düşük fiziksel aktivite düzeyinde bulunmuştur. Sonuç olarak zayıf, normal ve fazla kilolu/obez bireyler arasında aktivite düzeyleri bakımından anlamlı farklılık söz konusudur (p<0,05). Her ne kadar besinlerden ve içeceklerden alınan su miktarı ve içme suyu tüketimi bakımından BKİ grupları arasında anlamlı farklılık bulunmasa da diyetle alınan toplam su miktarı bakımından gruplar arasında anlamlı bir farklılık söz konusudur (p<0,05). BKİ değeri arttıkça daha çok bireylerin içme suyu tüketimine bağlı olarak diyetle alınan su miktarı artmıştır.

Tablo 3. BKİ sınıflamasına göre bireylerin diyetle alınan su miktarının ve fiziksel aktivite durumunun değerlendirilmesi

|                                 | Zayıf<br>(n=93) | Normal<br>(n=451) | Fazla kilolu/Obez<br>(n=140) | p      |
|---------------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------|--------|
| Düşük fiziksel aktivite düzeyi  | 34 (%36,6)      | 178 (%39,4)       | 61 (%43,6)                   |        |
| Orta fiziksel aktivite düzeyi   | 58 (%62,4)      | 261 (%57,9)       | 69 (%49,3)                   | 0,009* |
| Yüksek fiziksel aktivite düzeyi | 1 (%1,0)        | 12 (%2,7)         | 10 (%7,1)                    |        |
| Diyetle alınan toplam su (mL)   | 4503,9±146,47   | 4791,2±68,59      | 5278,9±229,57                | 0,042* |
| Besinlerden alınan su (mL)      | 1023,6±24,95    | 1076,5±11,49      | 1111,0±39,67                 | 0,136  |
| İçeceklerden alınan su (mL)     | 2203,4±95,88    | 2333,4±42,02      | 2557,9±156,32                | 0,179  |
| İçme suyu (mL)                  | 1276,9±60,22    | 1381,3±30,77      | 1610,0±107,80                | 0,057  |

\*One-Way ANOVA ve Kruskal-Wallis test, p<0,05.

## SONUÇ

Sonuç olarak bu çalışma, Türkiye'deki yetişkin popülasyonunun COVID-19 pandemisi döneminde fiziksel aktivite durumu ve diyetle alınan su miktarına genel bir bakış sunmaktadır. Bireylerin çoğunun diyetle alınan su miktarı ile ilgili önerileri karşıladığı ancak fiziksel aktivite düzeylerinin yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma sonuçları, COVID-19 pandemisi devam ederken BKİ ve yaş grupları açısından daha dengeli popülasyonlarda çalışılarak değerlendirilmelidir.

## KAYNAKÇA

- Biernat, E., Stupnicki, R., Lebedziński, B., Janczewska, L., (2008). Assessment of physical activity by applying IPAQ questionnaire. *Physical Education and Sport*, 52 (2):46-52.
- Campbell, S., (2004). Dietary Reference Intakes: Water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. *Clinical Nutrition Insight*, 30 (6): 1-4.
- Ciddi, P.K., Yazgan, E., (2020). COVID-19 Salgınında Sosyal İzolasyon Sırasında Fiziksel Aktivite Durumunun Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19 (37): 262-279.
- Elmadfa, I., Meyer, A.L., (2015). Patterns of drinking and eating across the European Union: implications for hydration status. *Nutrition reviews*, 73 (2): 141-147.
- Ercan, Ş., Keklice, H., (2020). COVID-19 Pandemisi Nedeniyle Üniversite Öğrencilerinin Fiziksel Aktivite Düzeylerindeki Değişimin İncelenmesi. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5 (2): 69-74.
- European Food Safety Authority (EFSA), (2010). Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA Journal*, 8: 1459–1506.
- Gandy, J., (2015). Water intake: validity of population assessment and recommendations. *European journal of nutrition*, 54 Suppl 2 (Suppl 2): 11–16.
- Gandy, J., Le Belle, L., König, J., Piekars, A., Tavoularis, G., Tennant, D.R., (2016). Recording of fluid, beverage and water intakes at the population level in Europe. *The British Journal of Nutrition*, 116 (4): 677-682.
- Gençalp, D.K., (2020). COVID-19 salgını döneminde ilk ve acil yardım öğrencilerinin beslenme alışkanlıkları ve fiziksel aktivite durumlarının değerlendirilmesi. *Paramedik ve Acil Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 1 (1): 1-15.

- Gibson, S., Gunn, P., Maughan, R.J., (2012). Hydration, water intake and beverage consumption habits among adults. *Nutrition Bulletin*, 37 (3): 182-192.
- Hammami, A., Harrabi, B., Mohr, M., Krstrup, P., (2020). Physical activity and coronavirus disease 2019 (COVID-19): specific recommendations for home-based physical training. *Journal of Managing Sports and Leisure*.
- Institute of Medicine of the National Academies (IOM), (2005). Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. DC: The National Academies Press, Washington.
- Jequier, E., Constant, F., (2009). Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64: 115-123.
- Kleiner, S.M., (1999). Water: An essential but overlooked nutrient. *Journal of the American Dietetic Association*, 99: 200–206.
- Klimešová, I., Wittmannová, J., Kováčová, L., (2018). Hydration status in Czech elderly adults: Gender and physical activity differences. *Acta Gymnica*, 48 (4): 167-174.
- Lee, I.M., Shiroma, E.J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S.N., Katzmarzyk, P.T.; Lancet Physical Activity Series Working Group, (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*, 380: 219-229.
- Riebl, S.K., Davy, B.M., (2013). The hydration equation: update on water balance and cognitive performance. *ACSMs Health & Fitness Journal*, 17: 21-28.
- Shahidi, S.H., Stewart Williams, J., Hassani, F., (2020). Physical activity during COVID-19 quarantine. *Acta Paediatrica*, 109 (10): 2147-2148.
- Stookey, J.D., Allu, P.K., Chabas, D., Pearce, D., Lang, F., (2020). Hypotheses about sub-optimal hydration in the weeks before coronavirus disease (COVID-19) as a risk factor for dying from COVID-19. *Medical Hypotheses*, 144: 110237.
- World Health Organization (WHO), (2005). Nutrients in drinking water. Geneva, Switzerland.

## İNTERNET KAYNAKLARI

[https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO\\_TRS\\_894/en/](https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/) (E.T. 26.01.2021)

## COVID-19 PANDEMİSİNDE BİREYLERİN BESLENME ALIŞKANLIKLARININ MENTAL SAĞLIĞA ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### EVALUATION OF THE EFFECTS OF THE NUTRITIONAL HABITS OF INDIVIDUALS ON MENTAL HEALTH IN COVID-19 PANDEMIA

**Şenay ÇATAK**

Arş. Gör, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,  
orcid.org/ 0000-0002-5295-9999 (Sorumlu Yazar)

**Nursel ŞAHİN**

Arş. Gör, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, orcid.org/ 0000-0001-9045-4177

**Gamze AKBULUT**

Prof. Dr, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, orcid.org/ 0000-0003-0197-1573

#### ÖZET

Sağlıklı beslenme, genellikle vücudun enerji ve fizyolojik ihtiyaçlarını destekleyen ve yeterli miktarda mikro ve makro besin içeren bir diyet olarak kabul edilmektedir. Akdeniz Diyeti yeterli ve dengeli beslenmenin bir örneğini oluşturabilir ve sağlık üzerinde koruyucu etkileri olabilir. Veriler çevrimiçi bir anket yoluyla toplanmıştır. Ankette sosyodemografik özellikler, Akdeniz Diyet Uyum Ölçeği (MEDAS) ve Kısa Warwick Edinburgh Mental İyi Oluş Ölçeği (SWEMWBS) kullanılmıştır. Anket, internet bağlantısı olan herhangi bir cihazdan bağlantı oluşturularak ulaşılabilen sosyal medya (Instagram, WhatsApp, Facebook gibi) veya e-posta yoluyla paylaşılmıştır. Toplam 296 birey (52 erkek ve 244 kadın) bu çalışmaya dahil edilmiştir. Kadınlarda MEDAS puanı daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Özellikle sebze ve balık tüketiminin fazla olduğu bireylerin mental sağlığının daha iyi olduğu gösterilmiştir ( $p<0,05$ ). Çalışma sonunda Akdeniz Diyeti'ne uyumun düşük olmasına rağmen, sebze ve balık tüketimini arttırmanın mental sağlığa olumlu faydalarının olabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Akdeniz Diyeti, mental sağlık, COVID-19.

#### ABSTRACT

A healthy diet is generally accepted as a diet that supports the energy and physiological needs of the body and contains sufficient amounts of micro and macronutrients. The Mediterranean Diet can set an example of an adequate and balanced diet and may have protective effects on health. The data were collected through an online questionnaire. Sociodemographic characteristics, Mediterranean Diet Compliance Scale (MEDAS) and Short Warwick Edinburgh Mental Well-being Scale (SWEMWBS) were used in the questionnaire. The survey was shared via social media (such as Instagram, WhatsApp, Facebook) or e-mail, which can be accessed by creating a connection from any device with an internet connection. A total of 296 individuals (52 men and 244 women) were included in this study. MEDAS score was higher in women ( $p<0.05$ ). It has been shown that individuals with high consumption of vegetables and fish have better mental health ( $p<0.05$ ). At the end of the study, it was concluded that although the adaptation to the Mediterranean Diet was low, increasing the consumption of vegetables and fish may have positive benefits for mental health.

**Keywords:** Mediterranean Diet, mental health, COVID-19.



## 1. GİRİŞ

Sağlıklı beslenme genel olarak vücudun enerji ve fizyolojik ihtiyaçlarını destekleyen, yeterli miktarda mikro ve makro besin içeren bir diyet olarak kabul edilmektedir. Akdeniz Diyeti, Mezopotamya ve Doğu Akdeniz bölgesinden beş bin yıl veya daha uzun süredir var olan bir yaşam tarzıdır (Gönder, 2017).

Akdeniz Diyeti, meyve ve sebzelerin, baklagillerin, kepekli tahılların ve yağlı tohumların sıklıkla tüketildiği, deniz ürünleri ve kümes hayvanlarının haftada birkaç kez tüketildiği, kırmızı etin daha az tüketildiği, ana yağ bileşeninin zeytinyağı olduğu ve küçük bir miktar şarapın yemeklere eşlik ettiği bir beslenme modelidir (Gönder, 2017; Eker, 2018). Bu nedenle Akdeniz Diyeti'nin yeterli ve dengeli beslenmeye örnek olabileceği düşünülmektedir. Tüm bu besinlerin bir arada ve önerilen miktarlarda tüketilmesinin sağlık üzerinde koruyucu etkileri olabileceği vurgulanmaktadır (Barbaros, 2014).

Mental sağlık, genel refah ve sağlığın temel bir bileşenidir. Mental sağlığın belirleyicileri çeşitlidir ve büyük ölçüde birbiriyle bağlantılıdır, sadece kalıtsal ve sosyal değil aynı zamanda çeşitli diğer biyolojik faktörleri de içerir. Birçok çalışma, yaşam tarzı belirleyicileri ile mental sağlık arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bunun ışığında, sağlıklı bir diyet, iyi bir mental sağlık için gerekli kabul edilir. Beslenme sadece yeni mental hastalık belirtilerinin ortaya çıkmasıyla değil, aynı zamanda hastalığın süresiyle de ilgilidir. Bu nedenle beslenme, depresyon, demans, Alzheimer hastalığı ve diğer bilişsel bozukluklar gibi farklı bilişsel ve mental hastalıkların yönetimi ve önlenmesinde çok önemli bir unsur olarak öne sürülmüştür (Salvatore, 2019).

Bunlara ek olarak sağlıklı ve dengeli beslenmenin pandemik süreçlerde bireysel risk yönetiminin bir parçası olduğu bilinmektedir (Gasmi, 2020). Çoğu makro ve mikro besinle birlikte birçok biyoaktif besin bileşeni, viral enfeksiyonlara karşı immünomodülatörler olarak rol oynar (Chandra, 1996). Özellikle Akdeniz Diyeti, besin ve besin bileşenleri ile bu süreçlerde koruyucu bir etkiye sahip olabilir. Devam eden COVID-19 salgını üzerine yapılan araştırmalar, bireylerin beslenme tutumlarında değişikliklerin ve sağlıklı bir diyete doğru bir eğilimin olduğunu bildirmektedir (Di Renzo, 2020; Özenoğlu, 2020). Özellikle karantina sonrası bağışıklık sistemini güçlendirmek ve hastalıklardan korunmak için bireylerin daha sağlıklı beslendiği tahmin edilmektedir.

## 2. ÇALIŞMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

Bu çalışma, COVID-19 pandemisinde bireylerin beslenme alışkanlıklarının ve Akdeniz Diyeti'ne uyumunun mental sağlık üzerindeki etkilerini değerlendirmek için yapılmıştır.

Bu kesitsel ve tanımlayıcı çalışma kapsamında veriler, bireylerin Akdeniz Diyeti'ne bağlılığı ve mental iyi oluş durumu ile ilgili sorulardan oluşan çevrimiçi bir anket yoluyla toplanmıştır. Çalışma, Kasım 2020-Aralık 2020 tarihleri arasında sosyal medya (Instagram, WhatsApp, Facebook gibi) veya e-posta yoluyla ulaşılabilen 19-64 yaş arası, gönüllü 296 birey ile tamamlanmıştır.

Çalışma, 52 erkek ve 244 kadın olmak üzere toplam 296 yetişkin birey ile yürütülmüştür. Çalışma için Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul tarafından etik onay alınmıştır (Sayı: 2020/050). Veri toplama işlemi, Google Formlar üzerinde oluşturulan çevrimiçi bir anket aracılığıyla gerçekleştirilmiş ve tüm verilerin yalnızca araştırma amaçlı kullanılacağı konusunda kişiler bilgilendirilmiştir. Çalışmada, bireylerin sosyodemografik özellikleri, boy ve vücut ağırlığını belirlemeye yönelik soruların yanı sıra, bireylerin Akdeniz Diyeti'ne uyumunu ölçmek için Akdeniz Diyeti Bağlılık Ölçeği (MEDAS) ve mental iyi oluş düzeylerini belirlemek için Edinburgh Mental İyi Oluş Ölçeği Kısa Form (SWEMWBS) kullanılmıştır. BKİ değerlendirilmesinde Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) sınıflandırması kullanılmıştır. BKİ; <18,5 ise zayıf, 18,5-24,9 aralığında ise normal, 25,0-29,9 aralığında ise fazla kilolu, ≥30,0 ise obez olarak değerlendirme yapılmıştır.

MEDAS, Schröder ve ark. (2011) tarafından MD'ye bağlılığın hızlı bir şekilde tahmin edilmesi için geçerli bir araç olarak bulunmuştur. 14 sorudan oluşan ölçek Pehlivanoğlu Özkan (2020) tarafından Türkçe'ye uyarlanmış ve geçerliliği ve güvenilirliği yapılmıştır. MEDAS değerlendirilirken tüketim miktarına göre sorular her soru için 1 veya 0 puan alınır ve toplam puan hesaplanır. Toplam puan 7 ve üzeri, bireyin Akdeniz Diyeti'ne kabul edilebilir düzeyde bağlı olduğunu gösterirken, toplam 9 ve üzeri puan, bireyin Akdeniz Diyeti'ne yüksek bağlılığı olduğunu gösterir. Bu çalışmada, bireylerin 7 puanın

altındaki MEDAS puanı Akdeniz Diyeti'ne düşük uyum, 7-8 puanlık orta düzeyde uyum ve 9 puan ve üstü ise yüksek uyum olarak değerlendirilmiştir Schröder, 2011; Pehlivanoğlu Özkan, 2020).

SWEMWBS, Türkçe geçerliliği ve güvenilirliği Demirtaş ve Baytemir (2019) tarafından yapılmış, 5'li Likert tipi (1=Hiçbir zaman, 5=Her zaman), olumlu ifadelerden oluşan 7 maddelik bir ölçektir. Bireylerin ruh sağlığını ölçmek için geliştirilmiştir. Ölçekteki yedi madde duygulardan çok işlevsellikle ilişkilidir. Ölçeğin puanlaması 7 ile 35 arasındadır. Ölçekten alınan yüksek puanlar daha yüksek pozitif zihinsel iyilik halini göstermektedir. Uygulamada katılımcılardan son iki hafta içindeki deneyimlerini değerlendirmeleri istenir (Demirtaş, 2019; Stewart-Brown, 2009).

### 3. BULGULAR

Çalışmaya katılan bireylerin %17,6'sı erkek, %82,4'ü kadındır. Bireylerin ortalama yaşı 24,17±6,0 olarak hesaplanmıştır. Bireylerin cinsiyete göre sosyodemografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Ortalama BKİ erkeklerde 25,49±4,7, kadınlarda 21,94±3,8 bulunmuştur ve erkeklerin büyük bir kısmı normal ağırlıkta veya hafif şişmanken (%92,3), kadınların çoğu normal ağırlıkta veya zayıf(%84,0) bulunmuştur (p<0,05). MEDAS puanı kadınlarda(7,26±1,8) erkeklere(6,67±2,1) kıyasla daha yüksek bulunmuştur (p<0,05). Mental iyi oluş puanları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

|                                | Erkek (n=52) | Kadın (n=244) | p*      | Toplam (n=296) |
|--------------------------------|--------------|---------------|---------|----------------|
| Yaş                            | 26,83±7,9    | 23,61±5,4     | <0,001* | 24,17±6,0      |
| Vücut ağırlığı (kg)            | 79,42±15,7   | 58,85±11,4    | <0,001* | 62,47±14,5     |
| Boy (cm)                       | 176,42±6,8   | 163,62±5,9    | <0,001* | 165,87±7,8     |
| BKİ (kg/m <sup>2</sup> )       | 25,49±4,7    | 21,94±3,8     | <0,001* | 22,57±4,2      |
| MEDAS puan                     | 6,67±2,1     | 7,26±1,8      | 0,040*  | 7,16±1,9       |
| Mental iyi oluş puan           | 24,88±5,2    | 24,60±4,6     | 0,695   | 24,65±4,70     |
| <i>Eğitim durumu</i>           |              |               |         |                |
| İlköğretim                     | 1(%1,9)      | 1(%0,4)       |         | 2(%0,7)        |
| Lise                           | 3(%5,8)      | 10(%4,1)      | 0,351   | 13(%4,4)       |
| Üniversite                     | 40(%76,9)    | 210(%86,1)    |         | 250(%84,5)     |
| Lisansüstü                     | 8(%15,4)     | 23(%9,5)      |         | 31(%10,5)      |
| <i>Medeni durum</i>            |              |               |         |                |
| Evli                           | 13(%25,0)    | 34(%13,9)     | 0,042*  | 47(%15,9)      |
| Bekar                          | 39(%75,0)    | 210(%86,1)    |         | 249(%84,1)     |
| <i>Çalışma durumu</i>          |              |               |         |                |
| Çalışmıyor                     | -            | 12(%4,9)      |         | 12(%4,1)       |
| Öğrenci                        | 29(%55,8)    | 179(%73,4)    |         | 208(%70,3)     |
| İşçi/Çalışan                   | 6(%11,5)     | 8(%3,3)       | 0,001*  | 14(%4,7)       |
| Serbest meslek                 | 8(%15,4)     | 10(%4,1)      |         | 18(%6,1)       |
| Kamu görevlisi                 | 9(%17,3)     | 34(%13,9)     |         | 43(%14,5)      |
| Emekli                         | -            | 1(%0,4)       |         | 1(%0,3)        |
| <i>BKİ sınıflandırması</i>     |              |               |         |                |
| Zayıf                          | 1(%1,9)      | 35(%14,3)     |         | 36(%12,2)      |
| Normal                         | 30(%57,7)    | 170(%69,7)    | <0,001* | 200(%67,6)     |
| Hafif şişman                   | 18(%34,6)    | 27(%11,1)     |         | 45(%15,2)      |
| Obez                           | 3(%5,8)      | 12(%4,9)      |         | 15(%5,1)       |
| <i>Gıda takviyesi kullanma</i> |              |               |         |                |
| Evet                           | 10(%19,2)    | 30(%12,3)     | 0,136   | 40(%13,5)      |
| Hayır                          | 42(%80,8)    | 214(%87,7)    |         | 256(%86,5)     |
| <i>Diyetisyen desteği</i>      |              |               |         |                |
| Evet                           | 2(%3,8)      | 12(%4,9)      | 0,541   | 14(%4,7)       |
| Hayır                          | 50(%96,2)    | 232(%95,1)    |         | 282(%95,3)     |

Tablo 1. Bireylerin cinsiyete göre sosyodemografik özellikleri

\*t testi, One-Way ANOVA, ki-kare,  $p < 0,05$

Bireylerin cinsiyete göre Akdeniz Diyetine Bağlılık Ölçeği'ne uyumunun değerlendirilmesi Tablo 2'de verilmiştir. Kadınlarda erkeklere kıyasla sebze tüketimi ve soslu zeytinyağı tüketimi daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Tablo 2. Bireylerin cinsiyete göre Akdeniz Diyetine Bağlılık Ölçeği'ne uyumunun değerlendirilmesi

|   | Erkek (n=52) | Kadın (n=244) | p*     | Toplam (n=296) |
|---|--------------|---------------|--------|----------------|
| Haftada en az 2 kere salata, sebze, et veya balık yemeklerinde zeytinyağı kullanırım. | 36(%69,2)    | 191(%78,3)    | 0,113  | 227(%76,7)     |
| Günde 1 porsiyonun altında margarin/tereyağ tüketirim.                                | 40(%76,9)    | 197(%80,7)    | 0,325  | 237(%80,1)     |
| Günde 48 g'dan fazla zeytinyağı tüketirim.  | 19(%36,5)    | 86(%35,2)     | 0,489  | 105(%35,5)     |
| Günde 2 porsiyon ve üzerinde sebze tüketirim  | 11(%21,2)    | 92(%37,7)     | 0,015* | 103(%34,8)     |
| Günde 3 porsiyon ve üzerinde meyve/meyve suyu tüketirim.                              | 13(%25,0)    | 72(%29,5)     | 0,347  | 85(%28,8)      |
| Günde 100 gramın altında kırmızı et tüketirim.  | 39(%75,0)    | 208(%85,2)    | 0,059  | 247(%83,4)     |
| Günde 1 porsiyonun altında şekerli ya da tatlandırılmış içecek tüketirim.             | 39(%75,0)    | 196(%80,3)    | 0,246  | 235(%79,4)     |
| Haftada 7 kadeh veya daha fazla şarap tüketirim.                                      | -            | 2(0%0,8)      | 0,679  | 2(%0,7)        |
| Haftada 3 porsiyon ve üzerinde bakliyat tüketirim.                                    | 26(%50,0)    | 113(%46,3)    | 0,370  | 139(%47,0)     |
| Haftada 3 porsiyon ve üzerinde balık/deniz ürünü tüketirim.                           | 5(%9,6)      | 23(%9,4)      | 0,568  | 28(%9,5)       |
| Haftada 3 kereden daha az işlenmiş tatlı veya hamur işi tüketirim.                    | 33(%63,5)    | 183(%75,0)    | 0,065  | 216(%73,0)     |
| Haftada 3 porsiyon ve üzerinde kuruyemiş tüketirim.                                   | 19(%36,5)    | 76(%31,1)     | 0,274  | 95(%32,1)      |
| Beyaz et tüketimim, kırmızı et tüketimimden gramaj olarak daha fazladır.              | 35(%67,3)    | 153(%62,7)    | 0,323  | 188(%63,5)     |
| Haftada 2 kere veya daha fazla soslu zeytinyağı tüketirim.                            | 31(%59,6)    | 180(%73,8)    | 0,032* | 211(%71,3)     |

\*ki-kare,  $p < 0,05$

Tablo 3'te bireylerin Akdeniz Diyeti'ne uyumunun mental durumla ilişkisi verilmiştir. Günde 2 porsiyon ve üstünde sebze tüketenler ve haftada 3 porsiyon veya daha fazla balık tüketenlerde mental iyi oluş puanları istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Tablo 3. Bireylerin Akdeniz Diyeti'ne uyumunun mental durumla ilişkisinin değerlendirilmesi

|  | N   | Mental iyi oluş<br>ölçeği puanı | p*     |
|--|-----|---------------------------------|--------|
| Yemeklerde temel yağ olarak zeytinyağı kullanıyor musunuz?   |     |                                 |        |
| - Haftada en az 2 kez  | 227 | 24,86±4,62                      | 0,169  |
| - Daha az kullanırım veya hiç                                | 69  | 23,97±4,92                      |        |
| Günde ne kadar zeytinyağı tüketiyorsunuz?                    |     |                                 |        |
| - Günde 48g'dan fazla  | 105 | 25,32±4,88                      | 0,068  |
| - Günde 48g'dan daha az                                      | 191 | 24,28±4,57                      |        |
| Günde kaç porsiyon sebze tüketiyorsunuz?                     |     |                                 |        |
| - Günde 2 porsiyon ve üstü                                   | 103 | 25,63±4,36                      | 0,009* |
| - Günde 2 porsiyondan az                                     | 193 | 24,13±4,80                      |        |
| Günde kaç porsiyon meyve/meyve suyu tüketirsiniz?            |     |                                 |        |
| - Günde 3 porsiyon ve üstü                                   | 85  | 24,61±4,32                      | 0,915  |
| - Günde 3 porsiyondan az                                     | 210 | 24,68±4,86                      |        |
| Günde ne kadar kırmızı et tüketirsiniz?                      |     |                                 |        |
| - Günde 100g'ın altında                                      | 247 | 24,43±4,52                      | 0,067  |
| - Günde 100g'ın üstünde                                      | 49  | 25,78±5,43                      |        |
| Günde kaç porsiyon tereyağı/margarin tüketiyorsunuz?         |     |                                 |        |
| - Günde 1 porsiyonun altında                                 | 237 | 24,70±4,69                      | 0,746  |
| - Günde 1 porsiyonun üstünde                                 | 59  | 24,47±4,75                      |        |
| Günde ne kadar şekerli/tatlandırılmış içecek tüketiyorsunuz? |     |                                 |        |
| - Günde 1 porsiyonun altında                                 | 235 | 24,61±4,55                      | 0,755  |
| - Günde 1 porsiyonun üstünde                                 | 61  | 24,82±5,25                      |        |
| Haftada ne kadar şarap tüketirsiniz?                         |     |                                 |        |
| - Haftada 7 kadeh ve fazlası                                 | 2   | 29,50±4,95                      | 0,143  |
| - Daha az veya hiç   | 294 | 24,62±4,69                      |        |
| Haftada kaç porsiyon bakliyat tüketiyorsunuz?                |     |                                 |        |
| - Haftada 3 porsiyon ve üstü                                 | 139 | 25,12±4,49                      | 0,100  |
| - Haftada 3 porsiyondan az                                   | 157 | 24,23±4,85                      |        |
| Haftada kaç porsiyon balık/deniz ürünü tüketiyorsunuz?       |     |                                 |        |
| - Haftada 3 porsiyon ve üstü                                 | 28  | 27,50±4,24                      | 0,001* |
| - Haftada 3 porsiyondan az                                   | 268 | 24,35±4,65                      |        |
| Haftada kaç kez işlenmiş tatlı/hamurışı tüketirsiniz?        |     |                                 |        |
| - Haftada 3 kezden daha az                                   | 216 | 24,70±4,48                      | 0,756  |
| - Haftada 3 kez veya daha fazla                              | 80  | 24,51±5,28                      |        |
| Haftada kaç porsiyon kuruyemiş tüketirsiniz?                 |     |                                 |        |
| - Haftada 3 porsiyon ve fazlası                              | 95  | 24,55±4,86                      | 0,793  |
| - Haftada 3 porsiyondan az                                   | 201 | 24,70±4,63                      |        |
| Beyaz et-kırmızı et tüketim oranı nasıl?                     |     |                                 |        |
| - Beyaz et tüketimi daha fazla                               | 188 | 24,36±4,68                      | 0,153  |
| - Kırmızı et tüketimi daha fazla                             | 108 | 25,17±4,70                      |        |
| Haftada kaç kez soslu zeytinyağı tüketirsiniz?               |     |                                 |        |
| - Haftada 2 kez ve fazlası                                   | 211 | 24,90±4,51                      | 0,160  |
| - Haftada 2 kezden daha az                                   | 85  | 24,05±5,11                      |        |

\* One-Way ANOVA, p<0,05

#### 4. SONUÇ

Sonuç olarak bu çalışma COVID-19 pandemisinde bireylerin beslenme alışkanlıklarının ve Akdeniz Diyeti'ne uyumunun mental sağlık üzerine etkilerine yönelik bilgiler sunmaktadır. Bireylerin genel olarak Akdeniz Diyeti'ne uyumunun düşük ve özellikle sebze ve balık tüketiminin mental sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğu sonucuna varılmıştır. Daha yüksek popülasyonlarda daha kapsamlı çalışmalarla birlikte sonuçlar desteklenmelidir.

#### KAYNAKLAR

1. Gönder M., Akbulut G., (2017), Güncel akdeniz diyeti ve potansiyel sağlık etkileri. Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi, 2 (2): 110-20.
2. Eker ME., Karakaya S., (2018), Akdeniz diyeti, melatonin ve sağlık. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6 (9): 1258-66.
3. Barbaros B., Kabaran S., (2014), Akdeniz diyeti ve sağlığı koruyucu etkileri. Beslenme ve Diyet Dergisi, 42 (2): 140-7.
4. Salvatore FP., Relja A., Filipčić I., Poljšak O., Kolčić I., (2019), Mediterranean diet and mental distress: "10,001 Dalmatians" study. Br Food J, 121 (6): 1314-1326.
5. Gasmi AN., Tippairote T., Dadar M., Menzel A., Bjørklund G., (2020), Individual risk management strategy and potential therapeutic options for the COVID-19 pandemic. Clin Immunol, 215: 108409.
6. Chandra RK., (1996), Nutrition, immunity and infection: From basic knowledge of dietary manipulation of immune responses to practical application of ameliorating suffering and improving survival. Proc Natl Acad Sci U S A, 93: 14304-7.
7. Di Renzo L., Gualtieri P., Pivari F., Soldati L., Attinà A., Cinelli G., ve ark., (2020), Eating habits and lifestyle changes during COVID-19 lockdown: an Italian survey. J Transl Med, 18 (1): 229.
8. Özenoğlu A., Çevik E., Çolak H., Altıntaş T., (2020), Effects Of Covid 19 Pandemic On Nutritional Attitude And Behavior And Life Style Habits. International Conference on Covid 19 Studies, Ankara.
9. Pehlivanoğlu Özkan EF., Balcıoğlu H., Ünlüoğlu İ., (2020), Akdeniz Diyeti Bağlılık Ölçeği'nin Türkçe'ye Uyarlanması Geçerlilik ve Güvenilirliği. Osmangazi Tıp Dergisi, 42 (2): 160-4.
10. Schröder H., Fitó M., Estruch R., Martínez-González MA., Corella D., Salas-Salvadó J., ve ark., (2011), A short screener is valid for assessing Mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. J Nutr, 141 (6): 1140-5.
11. Demirtaş AS., Baytemir K., (2019), Warwick-Edinburgh Mental İyi Oluş Ölçeği Kısa Formu'nun Türkçe'ye Uyarlanması: Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 18 (70).
12. Stewart-Brown S., Tennant A., Tennant R., Platt S., Parkinson J., Weich S., (2009), Internal construct validity of the Warwick-Edinburgh mental well-being scale (WEMWBS): a Rasch analysis using data from the Scottish health education population survey. Health Qual Life Outcomes, 7 (1): 15.

**DEPRESYON VE UYKU KALİTESİNİN BESLENME DURUMU ÜZERİNE ETKİSİ**  
**THE EFFECT OF DEPRESSION AND SLEEP QUALITY ON NUTRITIONAL STATUS**

**Şule GÜL**

Yüksek Lisans Öğrencisi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, (Sorumlu Yazar)

**Gamze AKBULUT**

Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü

**ÖZET**

**Amaç:** Bu çalışma, depresyon semptomlarının ve uyku kalitesinin yetişkin bireylerde beslenme durumu üzerine etkisinin saptanması amacıyla planlanmış ve yürütülmüştür.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışma Şubat 2020-Ocak 2021 tarihleri arasında Ankara ili Milli Eğitim Bakanlığı Merkez ve Beşevler Yerleşkesi'nde görev yapan 23-65 yaş aralığındaki 135 birey ile gerçekleştirilmiştir. Bireylerin sosyodemografik, beslenme ve sağlık bilgileri ile antropometrik ölçümlerini elde etmeye yönelik anket formu uygulanmış, ayrıca Beck Depresyon Ölçeği ve Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi ile depresyon ve uyku kaliteleri hakkında bilgi edinilmiştir. Verilerin analizi için SPSS 11.5 paket programı kullanılmıştır.

**Bulgular:** Çalışmaya katılan 135 bireyin yaş ortalaması  $42,1 \pm 8,64$  yıl olup, %54,1'i kadın, %45,9'u erkektir. Beck Depresyon Ölçeği'ne göre bireylerin %73,4'ünde minimal düzey, %13,3'ünde hafif düzey ve %13,3'ünde ise orta düzey depresyon olduğu görülmüştür. Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi'ne göre bireylerin %45,9'unda iyi uyku kalitesi görülürken, %54,1'inde kötü uyku kalitesi görülmektedir. Depresyon ve uyku kalitesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). İyi uyku kalitesi görülen bireylerde, hafif düzey depresyon %3,2 ve orta düzey depresyon %6,5 iken, kötü uyku kalitesi görülen bireylerde sırasıyla %21,9 ve %19,2'dir. Minimal düzey depresyon görülen bireylerde diyetle çinko (mg), C vitamini (mg), diyet lifi (g), B<sub>1</sub> ve B<sub>12</sub> vitamini (mcg) alımları orta düzey depresyon görülen bireylerden daha yüksektir ( $p < 0,05$ ).

**Sonuç:** Yetişkin bireylerde uyku kalitesinin kötü olduğu ve kötü uyku kalitesinin artmış depresyon riski ile ilişkili olduğu gözlenmiştir. Diyetle çinko (mg), C vitamini (mg), diyet lifi (g), B<sub>1</sub> ve B<sub>12</sub> vitamini (mcg) alımlarının depresyon ile ilişki olduğu bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Depresyon, Uyku Kalitesi, Beslenme Durumu

## ABSTRACT

**Aim:** This research was planned and carried out to determine the effects of depression symptoms and sleep quality on nutritional status in adults.

**Subjects and methods:** The study was carried out with 135 people aged between 23-65 years who worked at the Ankara Ministry of National Education Center and Beşevler Campus between February 2020-January 2021. A questionnaire was applied to obtain sociodemographic, nutritional and health information and anthropometric measurements of the individuals. In addition, information was obtained about depression and sleep quality with the Beck Depression Scale and Pittsburgh Sleep Quality Index. SPSS 11.5 package program was used for data analysis.

**Results:** The study was conducted on total of 135 volunteer individuals with a mean age of  $42,1 \pm 8,64$  years, 45,9% male and 54,1% female. According to the Beck Depression Scale, 73.4% of the individuals had minimal, 13.3% mild and 13.3% moderate depression. According to the Pittsburgh Sleep Quality Index, 45.9% of individuals have good sleep quality, while 54.1% have poor sleep quality. A statistically significant relationship was found between depression and sleep quality ( $p < 0,001$ ). While mild depression is 3.2% and moderate depression is 6.5% in individuals with good sleep quality, it is 21.9% and 19.2%, respectively, in individuals with poor sleep quality. Individuals with minimal depression have higher dietary intakes of zinc (mg), vitamin C (mg), dietary fiber (g), vitamin B<sub>1</sub> and vitamin B<sub>12</sub> (mcg) than individuals with moderate depression ( $p < 0,05$ ).

**Conclusion:** It has been observed that sleep quality is poor in adult individuals and poor sleep quality is associated with an increased risk of depression. Dietary intakes of zinc (mg), vitamin C (mg), dietary fiber (g), vitamin B<sub>1</sub> and vitamin B<sub>12</sub> (mcg) were found to be associated with depression.

**Keywords:** Depression, Sleep Quality, Nutritional Status

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda birçok alanda meydana gelen değişimler, gelişmeler ve küreselleşme, bireylerin zamanlarının büyük bir bölümünü çalışma ortamında veya çalışma ortamında değilse bile çalışma halinde geçirmelerine mecbur kılmaktadır [1]. İş yükünün fazlalığı, çalışana verilen yetkinin sorumluluklarını yerine getirmede yetersiz kalması, insan ilişkileri ve politik havanın güvensizliği gibi birçok stres yaratan faktör bulunmaktadır [2]. Bireylerin çalışma ortamında bu sorunlarla mücadele etmede gecikmesi ve mevcut sorunlarla başa çıkamaması, ayrıca özel yaşamlarıyla ilgili diğer sorunlarının da eklenmesiyle bireylerde bazı olumsuz durumların ortaya çıkması kaçınılmaz olmaktadır. Çalışma ortamları kapsamlı bir şekilde incelendiğinde, tüm çalışanlarda mevcut konumlarına göre iş stresi belirtilerinin etkileri farklı şekillerde ortaya çıkmakta ise de, bunlardan başlıcaları; düzensiz uyku, iştahta değişiklik, kaygı veya endişe, depresyon ve sindirim sistemleri sorunlarıdır [3,4].

İş stresinin sonuçlarından biri olan depresyon, “Sağlıklı insanlarda istenmeyen ya da hayal kırıklığına neden olan yaşamsal olaylar karşısında ortaya çıkan; sıkıntı, üzüntü, keder içeren duygusal tepkilerden çok daha şiddetli ve kişinin yaşamını olumsuz etkileyen, hatta onun tüm yaşamsal işlevlerini bozan, süresi haftalardan aylara kadar uzayan, belli belirti kümelerinden oluşan bir sendrom” olarak tanımlanmaktadır [5]. Depresyon dünya çapında yaygın olarak görülen mental bir rahatsızlıktır ve yaklaşık 300 milyondan fazla kişi depresyonun etkisi altındadır [6].

Sağlıklı bir uyku düzeni çalışanların üretim hızını etkileyen faktörlerden biridir. Uyku, “genlerden ve hücre içi mekanizmalardan, hareketi, uyarılmışlığı, otonomik işlevleri, davranışı ve bilişsel işlevleri kontrol eden sinir ağlarına kadar biyolojik yapının her düzeyinde kontrol edilen ve biyolojik yapıyı her düzeyde etkileyen bir durum” olarak tanımlanmaktadır [7]. Yetersiz ve düzensiz uyku, çalışanların bağışıklık sisteminin baskılanmasına yol açarak daha sık hastalanmalarına, işe devamsızlıklarının artmasına ve çalışma ortamında yaşanacak sorunların, kazaların artmasına neden olmaktadır [8].

Bu çalışma, depresyon semptomlarının ve uyku kalitesinin beslenme durumu üzerine etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma; T.C Milli Eğitim Bakanlığı Ankara ili Merkez ve Beşevler yerleşkesinde çalışan memur ve işçi gönüllü 135 birey ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ait veriler Şubat 2020-Ocak 2021 tarihleri arasında elde edilmiştir. Gebe ve emzikli bireyler, daha önce ağır psikolojik rahatsızlık geçirmiş bireyler, antidepresan ve kortikosteroid kullanan bireyler ve gönüllü olmayan bireyler araştırmaya dahil edilmemiştir. Bu çalışma için, Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu tarafından E. 162532 sayı ve 20.12.2019 tarihli ‘Etik Kurul Onayı’ alınmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı Personel Genel Müdürlüğü tarafından da çalışmanın yürütülebilmesi için E. 2748618 sayı ve 06.02.2020 tarihli izin belgesi alınmıştır.

Hazırlanan anket formu; bireylerin genel bilgileri, sağlık ve beslenme durumları, Beck Depresyon Ölçeği, Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi ve 24 saatlik geriye dönük besin tüketim kaydı içermektedir. Bu anket formu 105 birey ile yüz yüze görüşülerek kayıt altına alınmıştır. Pandemi dönemiyle birlikte bireylerle yüz yüze görüşmek mümkün olmadığından anket formu online forma dönüştürülmüş, “MEB Anket” sistemine yüklendikten sonra kriterleri sağlayan 30 birey tarafından online olarak doldurulmuştur.

Beck Depresyon Ölçeği, Beck ve arkadaşları [9] tarafından 1961 yılında geliştirilen, depresyonun somatik ve bilişsel-duygusal semptomlarını ölçen 21 soruluk bir skaladır . Bu ölçeğin amacı depresyon tanısı koymak değil, semptomların derecesini nesnel olarak sayılarla ifade etmektir. Bireyler bugünde dahil olmak üzere geçen bir hafta boyunca durumlarına en uygun seçeneği işaretlemektedir. Her soru 0’dan (semptomsuz) 3’e (şiddetli semptom) kadar 4 puan skalası içerir. Yirmi bir sorudan elde edilen puanlar toplanarak toplam puan durumu elde edilir. Ölçekten elde edilecek puan aralığı 0-63 arasında değişmektedir. 0-9 puan aralığı “minimal depresyon”, 10-16 puan aralığı “hafif depresyon”, 17-29 puan aralığı “orta düzey depresyon”, 30-63 puan aralığı “şiddetli düzey depresyon” olarak sınıflandırılmaktadır. Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 1989 yılında Hisli tarafından yapılmıştır [10].

Bin dokuz yüz seksen sekiz yılında Buysse [11] tarafından geliştirilen Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi, klinik ve non-klinik gruplarda en yaygın şekilde kullanılan uyku sağlığını (son bir aylık dönem için uyku kalitesi, uyku miktarı, uyku bozukluğunun varlığı ve şiddeti) değerlendirme aracıdır. Bu ölçek bireylerinin kendilerinin cevaplayabileceği 19 adet soru içerirken, yatak partnerlerinin ya da oda arkadaşlarının cevaplayabileceği 5 adet soru içermektedir. Bu 5 soru sadece klinik bilgi için kullanılmaktadır ve puanlama sistemine dahil edilmemektedir. Çalışma klinik ortamda yürütülmediği için son 5 soruya anket formunda yer verilmemiştir. 19 soruluk bu ölçek, uyku süresi, uyku kalitesi, uyku latansı, uyku etkinliği, uyku bozukluğu, gündüz işlev bozukluğu ve uyku ilacı kullanımı gereksinimini içeren 7 alt grubu da değerlendirilmektedir. Bu yedi alt grubun toplam puanı Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi’nin puanını verir. Her bir alt grup için 0 ile 3 arası puan verilmektedir. Ve toplam skor 0-21 arası değişebilmektedir. Toplam puanın 5 ve 5’ten yüksek olması kötü uyku kalitesinin göstergesidir. Ağargün ve arkadaşları [12] tarafından Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi’nin Türkçe olarak geçerliliği ve güvenilirliği yapılmıştır.

## 3. BULGULAR

Araştırmaya katılan bireylerin yaş ortalaması 42,1±8,64 yıl olarak bulunmuştur. Bireylere ilişkin genel özelliklerin dağılımı Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre, çalışmaya katılan bireylerin %45,9’ü erkek, %54,1’i ise kadındır. Bireylerin %84,4’ü evli olduğunu belirtmiştir. Bireylerin %77,0’si memur, %23,0’ü işçi olarak görev yapmaktadır.



Çizelge 4. 1. Bireylerin genel özelliklerinin dağılımı

| Genel Özellikler     | S   | %    |
|----------------------|-----|------|
| <u>Cinsiyet</u>      |     |      |
| Erkek                | 62  | 45,9 |
| Kadın                | 73  | 54,1 |
| <u>Medeni Durum</u>  |     |      |
| Evli                 | 114 | 84,4 |
| Bekar                | 21  | 15,6 |
| <u>Meslek Durumu</u> |     |      |
| Memur                | 104 | 77,0 |
| İşçi                 | 31  | 23,0 |

Bireylerin sigara kullanımı ile bilgiler Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bireylerin %58.5’i sigara kullanmamaktadır. Erkek bireylerin %50’si, kadın bireylerin %65,7’si sigara kullanmamaktadır. Erkek bireylerin günlük sigara kullanma miktarı ortalama  $16,0 \pm 10,19$  adet; kadın bireylerin ise ortalama  $6,9 \pm 3,96$  adet olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. 2. Bireylerin sigara kullanma durumlarına göre dağılımları

| Sigara kullanma durumu               | Erkek (n=62)     |      | Kadın (n=73)     |      | Toplam (n=135)   |      |
|--------------------------------------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
|                                      | S                | %    | S                | %    | S                | %    |
| Evet                                 | 20               | 32,3 | 21               | 28,8 | 41               | 30,4 |
| Hayır                                | 31               | 50   | 48               | 65,7 | 79               | 58,5 |
| Bırakmış                             | 11               | 17,7 | 4                | 5,5  | 15               | 11,1 |
| Kullanılan sigara miktarı (adet/gün) | $\bar{X} \pm SS$ |      | $\bar{X} \pm SS$ |      | $\bar{X} \pm SS$ |      |
|                                      | 16,0±10,19       |      | 6,9±3,96         |      | 11,3±8,85        |      |

Ort.: Ortalama ( $\bar{X}$ ), SS.: Standart Sapma

Bireylerin alkol kullanma durumları Çizelge 4.3’de incelenmiştir. Erkek bireylerin %95,2’si, kadın bireylerin %97,3’ü alkol kullanmamaktadır.

Çizelge 4.3. Bireylerin alkol kullanma durumlarına göre dağılımları

| Alkol kullanma durumu | Erkek (n=62) |      | Kadın (n=73) |      | Toplam (n=135) |      |
|-----------------------|--------------|------|--------------|------|----------------|------|
|                       | S            | %    | S            | %    | S              | %    |
| Evet                  | 3            | 4,8  | 2            | 2,7  | 5              | 3,7  |
| Hayır                 | 59           | 95,2 | 71           | 97,3 | 130            | 96,3 |

Bireylerin %71,2'sinde vitamin-mineral eksikliği görülmemektedir. Bireylerde görülen vitamin-mineral eksiklikleri Fe (%32,8), B<sub>12</sub> vitamini (%31,3) ve D vitamini (%20,9) eksikliğidir. Sağlık problemi varlığına bakıldığında ise bireylerin %65,9'unda herhangi bir sağlık problemi bulunmamaktadır. Bireylerin sağlık sorunlarına göre dağılımı incelendiğinde; %35,8'ü endokrin hastalıkları, %22,6'si kalp damar hastalıkları, %13,2'si otoimmün hastalıkları, %7,5'si nörolojik hastalıkları, %5,7'i kas iskelet sistemi hastalıkları, %5,7'i gastrointestinal sistem hastalıkları, %3,8'ü duyu organ bozuklukları ve kanser, %1,9'i böbrek hastalıkları olduğunu beyan etmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Bireylerin sağlık durumlarına göre dağılımları

| Sağlık Durumları                     | S  | %    |
|--------------------------------------|----|------|
| <u>Vitamin-Mineral Eksikliği</u>     |    |      |
| Evet*                                | 39 | 28,8 |
| Fe                                   | 22 | 32,8 |
| B <sub>12</sub> vitamini             | 21 | 31,3 |
| D vitamini                           | 14 | 20,9 |
| Hayır                                | 96 | 71,2 |
| <u>Sağlık Probleminin Varlığı</u>    |    |      |
| Evet                                 | 46 | 34,1 |
| <i>Tanımlanmış Hastalık*</i>         |    |      |
| Endokrin hastalıklar                 | 19 | 35,8 |
| Gastrointestinal sistem hastalıkları | 3  | 5,7  |
| Kalp damar hastalıkları              | 12 | 22,6 |
| Kanser                               | 2  | 3,8  |
| Böbrek hastalıkları                  | 1  | 1,9  |
| Duyu organ bozuklukları              | 2  | 3,8  |
| Otoimmün hastalıklar                 | 7  | 13,2 |
| Nörolojik hastalıklar                | 4  | 7,5  |
| Kas iskelet sistemi hastalıkları     | 3  | 5,7  |
| Hayır                                | 89 | 65,9 |

\*Birden fazla yanıt alınmıştır.

Beck Depresyon Ölçeği'ne göre bireyler değerlendirildiğinde, çalışmaya katılan bireylerin %73,4'ünün minimal düzey, %13,3'ünün hafif düzey ve %13,3'ünün ise orta düzey depresyonda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5)

Çizelge 4. 5. Bireylerin Beck Depresyon Ölçeği'ne göre dağılımı

| Beck Depresyon Ölçeği (n=135) |    |      |
|-------------------------------|----|------|
|                               | S  | %    |
| Minimal düzey depresyon       | 99 | 73,4 |
| Hafif düzey depresyon         | 13 | 13,3 |
| Orta düzey depresyon          | 13 | 13,3 |

Bireylerin Beck Depresyon Ölçeği gruplarına göre genel özelliklerin dağılımı Çizelge 4.16' da verilmiştir. Bireylerin cinsiyeti ve eğitim düzeyi ile depresyon durumu arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur (sırasıyla  $p=0.005$ ,  $p<0,05$ ). Erkek bireylerin %83,9'unda minimal düzey, %3,2'sinde orta düzey depresyon görülürken, kadın bireylerin ise %64,4'ünde minimal düzey, %21,9'unda ise orta düzey depresyon görülmektedir. Eğitim seviyesi yüksek olan bireylerin %9,8'inde orta düzey depresyon görülürken, eğitim seviyesi düşük olan bireylerin %24,2'sinde orta düzey depresyon görülmektedir. Eğitim seviyesi yükseldikçe depresyon görülme riski azalmaktadır.

Bireylerin medeni durumları ile depresyon durumları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Çizelge 4. 6. Bireylerin Beck Depresyon Ölçeği gruplarına göre genel özelliklerin dağılımı

| Genel Özellikler |              | Beck Depresyon Ölçeği (n=135)  |      |                              |      |                             |      | P                 |
|------------------|--------------|--------------------------------|------|------------------------------|------|-----------------------------|------|-------------------|
|                  |              | Minimal Düzey Depresyon (n=99) |      | Hafif düzey depresyon (n=13) |      | Orta düzey depresyon (n=13) |      |                   |
|                  |              | S                              | %    | S                            | %    | S                           | %    |                   |
| Cinsiyet         | Erkek        | 52                             | 83,9 | 8                            | 12,9 | 2                           | 3,2  | <b>0,005</b><br>a |
|                  | Kadın        | 47                             | 64,4 | 10                           | 13,7 | 16                          | 21,9 |                   |
| Eğitim durumu    | Lise ve altı | 21                             | 63,7 | 4                            | 12,1 | 8                           | 24,2 | <b>0,006</b><br>b |
|                  | Lise üstü    | 78                             | 76,5 | 14                           | 13,7 | 10                          | 9,8  |                   |
| Medeni durum     | Evli         | 84                             | 73,7 | 16                           | 14   | 14                          | 12,3 | 0,732<br>b        |
|                  | Bekar        | 15                             | 71,5 | 2                            | 9,5  | 4                           | 19   |                   |

a:Ki-kare testi, b:Fisher-exact testi

Bireylerin Beck Depresyon Ölçeği gruplarına göre sağlık durumlarının dağılımı Çizelge 4.17'de verilmiştir. Bireylerde vitamin-mineral eksikliğinin görülmesi ile depresyon durumu arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Vitamin-mineral eksikliği olan bireylerin %25,6'sında orta düzey depresyon görülürken, bu oran vitamin-mineral eksikliği olmayanlarda sadece %8,3'tür. Bireylerin geçmiş dönemde psikolojik destek alma durumu ile depresyon durumu arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Psikolojik destek almayanlarda orta düzey depresyon oranı %11,8, destek alanlarda %42,8'dir.

Bireylerin mevcut sağlık problemi varlığı ve sigara-alkol kullanımı ile depresyon durumu arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Çizelge 4. 7. Bireylerin Beck Depresyon Ölçeği gruplarına göre sağlık özelliklerinin dağılımı

| Sağlık Özellikleri             |                 | Beck Depresyon Ölçeği (n=135)   |      |                               |      |                              |      | P                  |
|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|------|-------------------------------|------|------------------------------|------|--------------------|
|                                |                 | Minimal Düzeyde Depresyon(n=99) |      | Hafif Düzeyde Depresyon(n=13) |      | Orta Düzeyde Depresyon(n=13) |      |                    |
|                                |                 | S                               | %    | S                             | %    | S                            | %    |                    |
| Mevcut sağlık problemi varlığı | Evet            | 33                              | 71,7 | 6                             | 13   | 7                            | 15,3 | 0,898 <sup>a</sup> |
|                                | Hayır           | 66                              | 74,2 | 12                            | 13,5 | 11                           | 12,3 |                    |
| Sigara kullanımı               | Evet            | 27                              | 65,9 | 9                             | 22   | 5                            | 12,1 | 0,415 <sup>a</sup> |
|                                | Bırakmış        | 12                              | 80   | 1                             | 6,7  | 2                            | 13,3 |                    |
|                                | Hayır           | 60                              | 75,9 | 8                             | 10,2 | 11                           | 13,9 |                    |
| Alkol kullanımı                | Evet            | 4                               | 80   | 1                             | 20   | 0                            | 0    | 0,794 <sup>b</sup> |
|                                | Hayır           | 95                              | 73,1 | 17                            | 13,1 | 18                           | 13,8 |                    |
| Vitamin-mineral eksikliği      | Evet            | 23                              | 59   | 6                             | 15,4 | 10                           | 25,6 | 0,019 <sup>a</sup> |
|                                | Hayır           | 76                              | 79,2 | 12                            | 12,5 | 8                            | 8,3  |                    |
| Psikolojik destek alma         | Evet            | 1                               | 100  | 0                             | 0    | 0                            | 0    | 0,048 <sup>b</sup> |
|                                | Hayır           | 96                              | 75,6 | 16                            | 12,6 | 15                           | 11,8 |                    |
|                                | Daha Önce Almış | 2                               | 28,6 | 2                             | 28,6 | 3                            | 42,8 |                    |

a:Ki-kare testi, b:Fisher-exact testi

Çizelge 4.8’de Beck Depresyon Ölçeği gruplarına göre bireylerin enerji ve makro-mikro besin öğeleri alım düzeyleri verilmiştir. Bireylerin diyetle çinko (mg), C vitamini (mg), posa (g), tiamin (mg) ve B<sub>12</sub> vitamini (mcg) alımı açısından Beck Depresyon Ölçeği grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur (p<0,05). Minimal düzey depresyonda olan bireylerin diyetle çinko (mg) , C vitamini (mg), posa (g), tiamin (mg) ve B<sub>12</sub> vitamini (mcg) alım miktarları, hafif ve orta düzey depresyonda olan bireylerin alım miktarlarından anlamlı bir şekilde yüksektir.

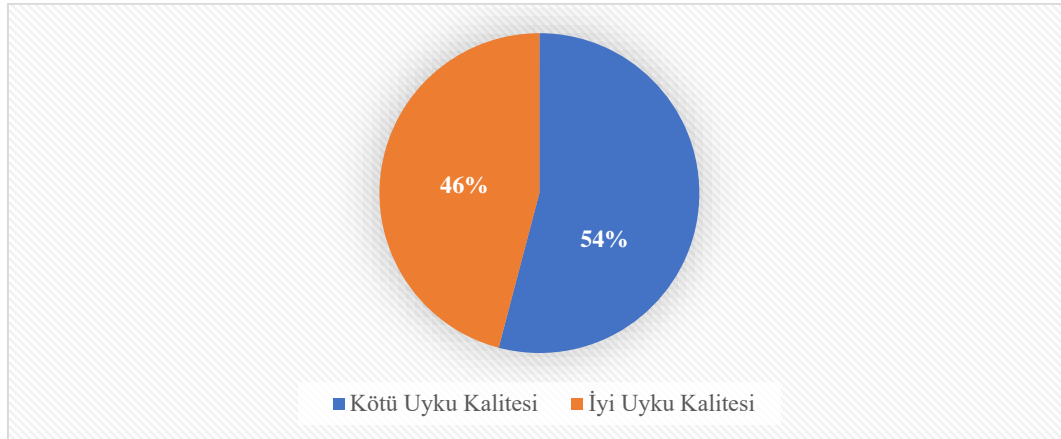
Çizelge 4.9. Beck Depresyon Ölçeği gruplarına göre bireylerin enerji ve makro-mikro besin öğeleri alım düzeylerinin ortalama, standart sapma ve alt-üst değerleri

| Enerji ve Makro-Mikro Besin Öğeleri | Beck Depresyon Ölçeği            |                                  |                                |                                 |                               |                                 | p                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|
|                                     | Minimal düzeyde depresyon (n=99) |                                  | Hafif düzeyde depresyon (n=18) |                                 | Orta düzeyde depresyon (n=18) |                                 |                    |
|                                     | $\bar{x}\pm SS$                  | Ortanca (Alt-Üst)                | $\bar{x}\pm SS$                | Ortanca (Alt-Üst)               | $\bar{x}\pm SS$               | Ortanca (Alt-Üst)               |                    |
| Enerji (kkal)                       | 1708,4±511,13                    | 1655,64<br>(661,54--<br>3105,64) | 1487,2±586,43                  | 1414,86<br>(777,38-<br>3089,38) | 1655,2±580,94                 | 1658,25<br>(774,12-<br>2645,55) | 0,267 <sup>a</sup> |
| Protein (%)                         | 17,4±4,56                        | 17,00<br>(8,00-<br>41,00)        | 15,7±3,23                      | 15,00<br>(10,00-<br>24,00)      | 18,1±7,45                     | 16,00<br>(11,00-<br>38,00)      | 0,227 <sup>b</sup> |
| Karbonhidrat (%)                    | 41,4±9,28                        | 41,00<br>(16,00-<br>69,00)       | 40,7±6,92                      | 40,00<br>(27,00-<br>52,00)      | 39,7±10,42                    | 40,50<br>(23,00-<br>58,00)      | 0,768 <sup>a</sup> |
| Yağ (%)                             | 41,1±7,73                        | 42,00<br>(23,00-<br>63,00)       | 43,5±5,00                      | 44,50<br>(33,00-<br>51,00)      | 42,0±7,11                     | 42,50<br>(27,00-<br>53,00)      | 0,431 <sup>a</sup> |

|                                |              |                          |             |                          |              |                           |                          |
|--------------------------------|--------------|--------------------------|-------------|--------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|
| Omega-3 (g)                    | 1,5±1,01     | 1,39<br>(0,29-7,49)      | 1,5±0,95    | 1,23<br>(0,36-4,27)      | 1,9±1,97     | 1,15<br>(0,60-8,79)       | 0,922 <sup>b</sup>       |
| Diyet posası (g)               | 21,1±8,90    | 19,91<br>(5,27-42,78)    | 14,8±5,05   | 13,04<br>(7,29-26,10)    | 17,7±9,23    | 14,61<br>(5,45-34,89)     | <b>0,013<sup>b</sup></b> |
| Sükroz (g)                     | 30,1±27,09   | 26,27<br>(1,07-190,29)   | 22,7±27,64  | 12,22<br>(1,53-112,70)   | 31,2±26,17   | 25,41<br>(0,85-83,29)     | 0,197 <sup>b</sup>       |
| Tiamin (mg)                    | 0,9±0,39     | 0,92<br>(0,24-2,20)      | 0,6±0,23    | 0,66<br>(0,34-1,26)      | 0,8±0,37     | 0,77<br>(0,32-1,53)       | <b>0,010<sup>b</sup></b> |
| B <sub>12</sub> vitamini (mcg) | 6,1±9,77     | 4,67<br>(0,56-95,78)     | 3,4±1,99    | 2,99<br>(0,78-8,52)      | 4,0±3,28     | 3,01<br>(0,69-14,36)      | <b>0,012<sup>b</sup></b> |
| Karoten (mcg)                  | 3,9±3,76     | 2,85<br>(0,12-22,06)     | 4,1±4,33    | 2,42<br>(0,24-17,32)     | 3,3±2,31     | 2,96<br>(0,63-8,09)       | 0,963 <sup>b</sup>       |
| C vitamini (mg)                | 121,6±80,55  | 98,46<br>(0,72-326,58)   | 74,6±58,23  | 61,45<br>(10,10-194,39)  | 112,5±71,06  | 101,50<br>(27,89-284,72)  | <b>0,034<sup>b</sup></b> |
| E vitamini (mg)                | 16,0±8,41    | 14,99<br>(3,04-48,06)    | 15,2±8,17   | 12,42<br>(3,47-35,63)    | 14,5±6,92    | 13,72<br>(3,78-26,60)     | 0,774 <sup>b</sup>       |
| Toplam folat (mcg)             | 281,6±117,33 | 265,14<br>(68,22-554,45) | 233,5±79,83 | 231,88<br>(88,39-361,70) | 257,0±106,69 | 252,66<br>(110,93-425,78) | 0,207 <sup>a</sup>       |
| Çinko (mg)                     | 11,0±4,65    | 10,88<br>(2,96-35,05)    | 8,8±4,23    | 7,65<br>(4,28-18,50)     | 9,7±3,98     | 9,16<br>(4,81-16,45)      | <b>0,041<sup>b</sup></b> |

a:One Way ANOVA testi, b:Kruskal Wallis H testi, Ort.:Ortalama, SS.:Standart Sapma, Alt:Alt değer, Üst:Üst değer

Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi'ne göre bireyler değerlendirildiğinde, çalışmaya katılan bireylerin %45,9'unda iyi uyku kalitesi görülürken, %54,1'inde kötü uyku kalitesi görülmektedir.



Şekil 1. Bireylerin uyku kalitesine göre dağılımı (%)

Bireylerin Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi gruplarına göre genel özelliklerin dağılımı Çizelge 4.10'da verilmiştir. Bireylerin uyku kalitesi durumu ile cinsiyet, medeni durum, eğitim durumu ve meslek grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kadınların %60,3'ünde kötü uyku kalitesi görülürken, erkeklerin %46,8'inde kötü uyku kalitesi görülmektedir. Ayrıca işçi olarak görev yapan bireylerin %32,3'ünde iyi uyku kalitesi, memur olarak görev yapan bireylerin ise %50,0'sinde iyi uyku kalitesi görülmektedir.

Çizelge 4. 8. Bireylerin uyku kalitesi durumlarına göre genel özelliklerine dağılımı

| Genel Özellikler |            | Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi |      |                           |      | p                  |
|------------------|------------|----------------------------------|------|---------------------------|------|--------------------|
|                  |            | İyi uyku kalitesi (n=62)         |      | Kötü uyku kalitesi (n=73) |      |                    |
|                  |            | S                                | %    | S                         | %    |                    |
| Cinsiyet         | Erkek      | 33                               | 53,2 | 29                        | 46,8 | 0,117 <sup>a</sup> |
|                  | Kadın      | 29                               | 39,7 | 44                        | 60,3 |                    |
| Medeni durum     | Evli       | 54                               | 47,4 | 60                        | 52,6 | 0,433 <sup>a</sup> |
|                  | Bekar      | 8                                | 38,1 | 13                        | 61,9 |                    |
| Eğitim durumu    | Okuryazar  | 1                                | 100  | 0                         | 0    | 0,398 <sup>b</sup> |
|                  | İlkokul    | 4                                | 50   | 4                         | 50   |                    |
|                  | Ortaokul   | 2                                | 33,3 | 4                         | 66,7 |                    |
|                  | Lise       | 5                                | 27,8 | 13                        | 72,2 |                    |
|                  | Önlisans   | 7                                | 43,8 | 9                         | 56,3 |                    |
|                  | Lisans     | 30                               | 46,2 | 35                        | 53,8 |                    |
|                  | Lisansüstü | 13                               | 61,9 | 8                         | 38,1 |                    |
| Meslek           | Memur      | 52                               | 50   | 52                        | 50   | 0,082 <sup>a</sup> |
|                  | İşçi       | 10                               | 32,3 | 21                        | 67,7 |                    |

a:Ki-kare testi, b:Fisher-exact testi

Çizelge 4. 11'de Pittsburg Uyku Kalitesi İndeksi gruplarına göre bireylerin enerji ve makro-mikro besin öğeleri alım düzeyleri verilmiştir. Bireylerin uyku kalitesi durumu ile enerji ve makro-mikro besin öğesi alım düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

İyi uyku kalitesi olan bireylerde tiamin alım düzeyi ortalama  $0,9\pm 0,38$  mg iken, kötü uyku kalitesi olan bireylerde ise  $0,8\pm 0,37$  mg olarak bulunmuştur. Diyetle toplam folat alımı ise sırasıyla iyi uyku kalitesi ve kötü uyku kalitesi olanlarda ortalama  $291,2\pm 119,21$  mcg ve  $255,6\pm 104,18$  mcg'dir ( $p>0,05$ ).

Çizelge 4.11. Uyku kalitesi durumuna göre bireylerin enerji ve makro-mikro besin öğeleri alım düzeyleri  
Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi

| Enerji ve Makro-Mikro Besin Öğeleri | İyi uyku kalitesi (n=62) |                             | Kötü uyku kalitesi (n=73) |                             | p                  |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|
|                                     | $\bar{x}\pm SS$          | Ortanca<br>(Alt-Üst)        | $\bar{x}\pm SS$           | Ortanca<br>(Alt-Üst)        |                    |
| Enerji (kkal)                       | 1722,9±519,48            | 1714,05<br>(774,12-3089,38) | 1628,4±542,33             | 1591,03<br>(661,53-3105,64) | 0,305 <sup>a</sup> |
| Protein (%)                         | 16,3±3,46                | 16,00<br>(9,00-25,00)       | 18,1±5,75                 | 17,00<br>(8,00-41,00)       | 0,083 <sup>b</sup> |
| Karbonhidrat (%)                    | 40,8±8,85                | 39,00<br>(16,00-58,00)      | 41,3±9,40                 | 42,00<br>(23,00-69,00)      | 0,736 <sup>a</sup> |
| Yağ (%)                             | 42,7±7,49                | 43,50<br>(27,00-63,00)      | 40,6±7,12                 | 41,00<br>(23,00-54,00)      | 0,087 <sup>a</sup> |
| Diyet posası (g)                    | 20,9±8,61                | 20,24<br>(5,27-42,78)       | 18,9±8,89                 | 16,62<br>(5,45-37,03)       | 0,193 <sup>b</sup> |
| Kolesterol (mg)                     | 303,9±189,26             | 321,49<br>(39,66-808,40)    | 324,8±163,19              | 342,40<br>(43,27-875,29)    | 0,247 <sup>b</sup> |
| D vitamini                          | 3,87±11,37               | 2,29<br>(0,24-88,34)        | 3,55±10,48                | 2,18<br>(0,18-90,08)        | 0,754 <sup>b</sup> |
| Tiamin (mg)                         | 0,9±0,38                 | 0,94                        | 0,8±0,37                  | 0,73                        | 0,051 <sup>b</sup> |

|                                |              |                            |              |                            |                    |
|--------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------------|
|                                |              | (0,24-2,20)                |              | (0,25-1,75)                |                    |
| B <sub>12</sub> vitamini (mcg) | 6,6±12,11    | 4,63<br>(0,56-95,78)       | 4,6±3,07     | 3,98<br>(0,69-19,15)       | 0,326 <sup>b</sup> |
| K vitamini (mg)                | 113,5±128,57 | 86,38<br>(10,48-681,80)    | 103,1±116,24 | 77,68<br>(11,30-674,96)    | 0,427 <sup>b</sup> |
| Çinko (mg)                     | 10,7±4,08    | 10,54<br>(3,83-26,36)      | 10,4±4,94    | 9,71<br>(2,96-35,05)       | 0,403 <sup>b</sup> |
| Magnezyum (mg)                 | 270,9±98,91  | 264,62<br>(99,66-477,91)   | 249,8±98,74  | 251,71<br>(95,17-485,51)   | 0,207 <sup>b</sup> |
| Toplam folat (mcg)             | 291,2±119,21 | 271,44<br>(68,22-554,45)   | 255,6±104,18 | 251,71<br>(74,06-478,60)   | 0,066 <sup>a</sup> |
| Demir (mg)                     | 10,9±4,29    | 10,76<br>(3,69-24,69)      | 10,8±4,84    | 10,15<br>(3,18-23,96)      | 0,587 <sup>b</sup> |
| Triptofan (mg)                 | 811,2±292,76 | 796,70<br>(330,00-1597,01) | 818,0±313,57 | 760,83<br>(233,92-1847,97) | 0,996 <sup>b</sup> |

a:One Way ANOVA testi, b:Kruskal Wallis H testi, Ort.:Ortalama, SS.:Standart Sapma, Alt:Alt değer, Üst:Üst değeri



Çizelge 4.12’de bireylerin depresyon durumları ile uyku kaliteleri arasındaki korelasyon incelenmiştir. Bireylerin depresyon durumu ile uyku kaliteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

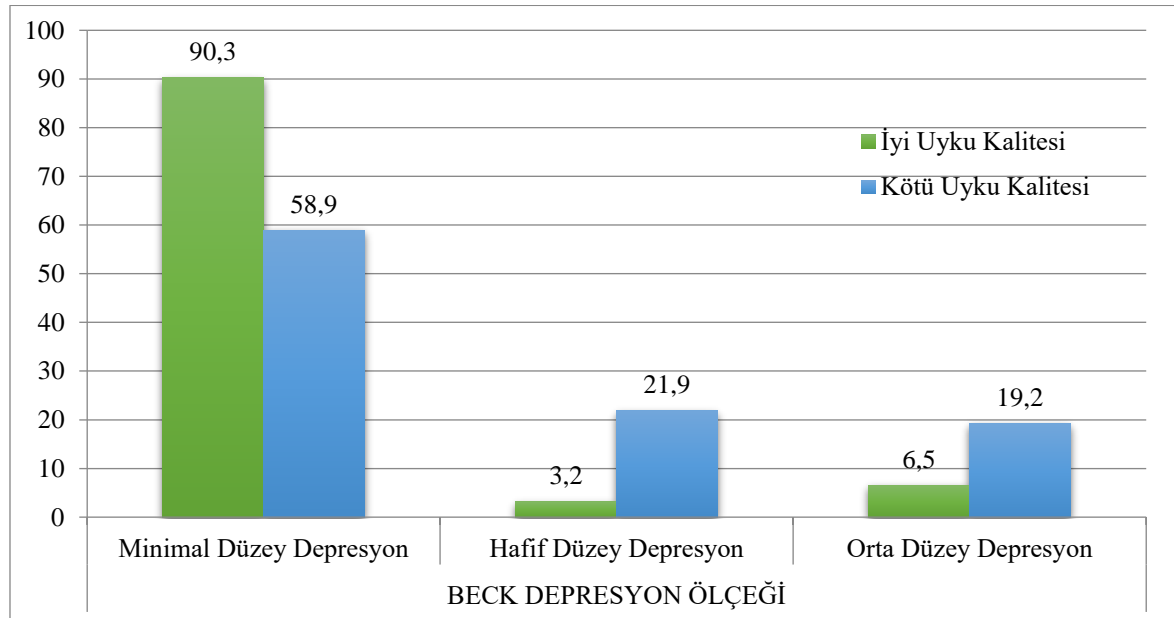
İyi uyku kalitesi görülen bireylerde hafif düzey depresyon %3,2 ve orta düzey depresyon oranı %6,5 iken, kötü uyku kalitesi görülen bireylerde bu oranlar sırasıyla %21,9 ve %19,2’dir.

Çizelge 4.12. Bireylerin depresyon durumları ile uyku kaliteleri arasındaki korelasyon

| Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi   | Beck Depresyon Ölçeği   |      |                         |      |                        |      | P                            |
|------------------------------------|-------------------------|------|-------------------------|------|------------------------|------|------------------------------|
|                                    | Minimal düzey depresyon |      | Hafif düzeyde depresyon |      | Orta düzeyde depresyon |      |                              |
|                                    | S                       | %    | S                       | %    | S                      | %    |                              |
| İyi uyku kalitesi ( $\leq 5$ puan) | 56                      | 90,3 | 2                       | 3,2  | 4                      | 6,5  | <b>&lt;0,001<sup>a</sup></b> |
| Kötü uyku kalitesi ( $>5$ puan)    | 43                      | 58,9 | 16                      | 21,9 | 14                     | 19,2 |                              |

a:One Way ANOVA testi

Minimal düzey depresyonda olan bireylerin %90,3’ünde iyi uyku kalitesi görülürken, hafif ve orta düzey depresyonda olan bireylerin sırasıyla %3,2 ve %6,5’inde iyi uyku kalitesi görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Beck Depresyon Ölçeği ve Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi ilişkisi

#### 4.SONUÇ

Çalışmaya katılan bireylerin uyku kalitesinin kötü olduğu belirlenmiştir. Depresyon ve uyku kalitesinin ilişkili bulunması bireylerin uyku kalitesini iyileştirmeye yönelik uygulamaların depresyon riskini azaltabileceğini düşündürmüştür. Depresyon riskinin ve diyetle posa (g), C vitamini (mg), çinko (mg), B<sub>1</sub> ve B<sub>12</sub> vitamini (mg) alımları ile negatif yönlü bir ilişki olabileceği tespit edilmiştir. Bireylerin beslenme örüntülerinde meydana getirilecek değişimlerin depresyon riskini azaltabileceği söylenebilir.

Bu çalışmanın ileride bu konu üzerinde daha büyük örneklem grubu ile yapılacak çalışmalar için fikir oluşturması yönünden önemli olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Hessels, J., Rietveld, C.A., and van der Zwan, P. (2017) Self-employment and work-related stress: The mediating role of job control and job demand. *Journal of Business Venturing*. 32(2): p. 178-196
2. Aydın, İ. (2008). İş yaşamında stres (Üçüncü Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
3. Güçlü, N. (2001), Stres yönetimi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1). p. 91-109.
4. Okutan, M. and Tengilimoğlu, D. (2002). İş ortamında stres ve stresle başa çıkma yöntemleri: bir alan uygulaması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 4(3): p. 15-42
5. Çelik, F.H. and Hocaoğlu, Ç. (2016). Major depresif bozukluk'tanımı, etyolojisi ve epidemiyolojisi: bir gözden geçirme. *Çağdaş Tıp Dergisi*. 6(1): p. 51-66
6. İnternet: World Health Organization (2020). Depression. Web: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression> adresinden 21 Şubat 2021'de alınmıştır.
7. Ertuğrul, A. and Rezaki, M. (2004). Uykunun nörobiyolojisi ve bellek üzerine etkileri. *Türk Psikiyatri Dergisi*. 15(4): p. 300-308
8. Baysal, A. (2012). Beslenme (Ondördüncü Baskı). Ankara: Hatipoğlu Yayınları. p. 11.
9. Beck, A. T., Ward, C. H., Mendelson, M., Mock, J., and Erbaugh, J. (1961). An inventory for measuring depression. *Archives of General Psychiatry*, 4(6), 561-571
10. Hisli, N. (1989). Beck Depresyon Envanterinin üniversite öğrencileri için geçerliği, güvenilirliği. *Psikoloji Dergisi*, 7(23), 3-13
11. Buysse, D. J., Reynolds III, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., and Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2), 193-213
12. Ağargün, M. Y., Kara, H., and Anlar, Ö. (1996). The validity and reliability of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 7(2), 107-15

**TlGaSe<sub>2</sub>, TlInGaSe<sub>2</sub>, Ga<sub>0.9</sub>In<sub>0.1</sub>Se, GaTe<sub>0.4</sub>Se<sub>0.6</sub>, GaTe<sub>0.8</sub>Se<sub>0.2</sub> YARIİLETKENLERİNİN  
TRANSMİSYON KATSAYILARININ ÖLÇÜLMESİ**

MEASUREMENT OF THE TRANSMISSION COEFFICIENT OF TlGaSe<sub>2</sub>, TlInGaSe<sub>2</sub>, Ga<sub>0.9</sub>In<sub>0.1</sub>Se,  
GaTe<sub>0.4</sub>Se<sub>0.6</sub>, GaTe<sub>0.8</sub>Se<sub>0.2</sub> SEMICONDUCTORS

**Burcu AKÇA**

Dr. Öğr. Üyesi, Ardahan Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü,  
(Sorumlu Yazar)

**Bekir GÜRBULAK**

Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü

**Salih Zeki ERZENEÖĞLU**

Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü

**ÖZET**

Bu çalışmada, TlGaSe<sub>2</sub>, TlInGaSe<sub>2</sub>, Ga<sub>0.9</sub>In<sub>0.1</sub>Se, GaTe<sub>0.4</sub>Se<sub>0.6</sub>, GaTe<sub>0.8</sub>Se<sub>0.2</sub> yarıiletkenlerinin transmisyon katsayıları ölçülmüştür. Transmisyon katsayılarının ölçülmesi ile yarıiletkenlerin gama-ışını geçirgenlikleri belirlenmiştir. Deneyde, yüksek çözünürlüklü bir Si(Li) dedektör, 100 mCi şiddete sahip Am-241 nokta kaynak ve Enerji Ayrımlı X-ışını Floresans Spektrometresi (EDXRFS) kullanılmıştır. Yarıiletkenler Bridgman/Stockbarger metoduyla büyütülmüşlerdir. Çok kanallı analizör 4096 kanalda olacak şekilde, 1800 s sayma sürelerinde ölçümler alınmıştır. Çalışmada transmisyon ölçümü için kullanılan dar-şua geometrisinin oldukça hassas sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** EDXRFS, Bridgman/Stockbarger, Yarıiletken

**ABSTRACT**

In this study, transmission coefficients of TlGaSe<sub>2</sub>, TlInGaSe<sub>2</sub>, Ga<sub>0.9</sub>In<sub>0.1</sub>Se, GaTe<sub>0.4</sub>Se<sub>0.6</sub>, GaTe<sub>0.8</sub>Se<sub>0.2</sub> semiconductors were measured. The gamma-ray permeability of semiconductors was determined by measuring the transmission coefficients. In the experiment, a high-resolution Si (Li) detector, an Am-241 point source with an intensity of 100 mCi, and an Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer (EDXRFS) were used. Semiconductors are grown by Bridgman / Stockbarger method. Measurements were taken at a counting time of 1800 s, with the multi-channel analyzer in 4096 channels. In the study, it was determined that the narrow-beam geometry used for transmission measurement gives very sensitive results.

**Keywords:** EDXRFS, Bridgman / Stockbarger, Semiconductor

**1. INTRODUCTION**

TlGaSe<sub>2</sub> is a layered and ternary compound. TlInGaSe<sub>2</sub> is layered and it is a quaternary compound. Also, Ga<sub>0.9</sub>In<sub>0.1</sub>Se, GaTe<sub>0.4</sub>Se<sub>0.6</sub>, GaTe<sub>0.8</sub>Se<sub>0.2</sub> are layered binary compounds with varying stoichiometric ratios. The energy bandgap structure and the lattice dynamics of the ternary layer A<sup>III</sup>B<sup>III</sup>C<sub>2</sub><sup>IV</sup> semiconductor, particularly that of TlGaSe<sub>2</sub> known to exhibit a strong anisotropy of the electronic and vibrational spectra have been attracting considerable attention [1]. A<sup>III</sup>B<sup>III</sup>C<sub>2</sub><sup>IV</sup> has specific impurities arising from its crystal structure. These must be considered as impurity levels [2]. Layer crystals consist of separate layers with strong (covalent) bonding between atoms within the layers. The bonding between them is

quite weak, predominantly of Van der Waals type. Such crystal structure causes a specific shape of phonon branches in layer crystals [3].

Transmission measurements are very important in understanding the interaction of photon and matter. As a result of this interaction, information about the matter is obtained at atomic and molecular levels. The most important thing in transmission measurements is to ensure that photons are transmitted to the detector in parallel without scattering. Therefore, transmission measurements are usually made with the help of narrow beam geometries. Transmission experiments are the first step in determining important atomic parameters. Mass attenuation coefficients, effective electron numbers, atomic, molecular, electronic cross-sections, and electron densities can be determined using transmission measurements. Beer Lambert's law is the basis of these phenomena. Beer-lambert law explains the relationship between absorber and beam. It gives information about the change in intensity of the beam after passing the sample. Thus, an idea about the radiation transmission or absorption of the sample is obtained. But of course, this alone is not enough. The atomic parameters (such as mass attenuation coefficients, effective electron numbers, atomic, molecular, electronic cross-sections, and electron densities) should be determined in which take into account the density of the sample, nature, etc. Thus, more precise information will be obtained. It is possible to find many studies on transmission measurements in the literature. Akça *et al.* [4] have measured gamma-ray transmission coefficients of undoped-InSe and Mn, Fe, Ag, Cd, Sn, Gd doped InSe semiconductor crystals at various annealing temperatures and time. Akça [5] has examined the change according to the annealing temperature and time of  $\gamma$ -ray transmission factors of InSe, InSe:Mn, InSe:Fe, InSe:Ag, InSe:Cd, InSe:Sn ve InSe:Gd semiconductor crystals. Çoban *et al.* [6] have measured gamma-ray transmission coefficients of various construction materials used in Turkey. Smith *et al.* [7] have analyzed the reflection and transmission coefficients calculated from transfer matrix simulations on finite lengths of electromagnetic metamaterials, to determine the effective permittivity ( $\epsilon$ ) and permeability ( $\mu$ ). Bell *et al.* [8] have presented a program that will calculate either the photonic band structure or the transmission and reflection coefficients of photons incident on some complex metallic or dielectric structures. Stefanou *et al.* [9] have presented a program for the calculation of the frequency band structure of an infinite photonic crystal, and the transmission, reflection, and absorption coefficients of light by a slab of this crystal. Yang *et al.* [10] have determined the reflection and transmission coefficients of a thin bed. When the literature is examined, no study has been found for these samples at this energy. This study is important as it creates the first experimental data.

This study aims to have an idea about gamma-ray interactions of  $\text{TlGaSe}_2$ ,  $\text{TlInGaSe}_2$ ,  $\text{Ga}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{Se}$ ,  $\text{GaTe}_{0.4}\text{Se}_{0.6}$ ,  $\text{GaTe}_{0.8}\text{Se}_{0.2}$  semiconductors. It is to determine how much gamma rays they absorption and how much they permeable. Thus, their behavior against the gamma-ray will be determined. You can have an idea about the gamma-ray protection of the material. But it is insufficient to examine only the transmission coefficients to obtain detailed information. Other important atomic parameters should be studied to obtain more detailed information. Other atomic parameters can be calculated by measuring the transmission coefficients. That is, measurement of transmission coefficients is the first step in determining other atomic parameters (such as the linear attenuation coefficients, mass attenuation coefficients, atomic, molecular, electronic cross-section, effective atomic numbers end effective electron densities). Thus, a lot of information about the sample at the atomic and molecular levels is obtained.

## 2. THEORY

When  $\gamma$ -ray beam passes through an absorber, it is attenuated. The degree of attenuation depends on the scattering and various absorption processes. The absorption coefficient  $\mu$  can be derived from the Beer-Lambert law;

$$I = I_0 e^{-\mu t} \quad (1)$$

A narrow beam of monoenergetic photons with incident intensity  $I_0$ , penetrating a layer of material with mass thickness  $t$  (mass-per-unit area) and density  $\rho$  emerges with intensity  $I$  given by the exponential attenuation law,

$$T = \frac{I}{I_0} = e^{-\mu t} \quad (2)$$

where  $I/I_0$  is the transmission coefficient ( $T$ ) [11].

### 3. MATERIAL AND METHOD

TiGaSe<sub>2</sub>, TlInGaSe<sub>2</sub>, Ga<sub>0.9</sub>In<sub>0.1</sub>Se, GaTe<sub>0.4</sub>Se<sub>0.6</sub>, GaTe<sub>0.8</sub>Se<sub>0.2</sub> semiconductors were grown by the Bridgman-Stockbarger method in our current crystal growth laboratory TiGaSe<sub>2</sub>, TlInGaSe<sub>2</sub>, Ga<sub>0.9</sub>In<sub>0.1</sub>Se, GaTe<sub>0.4</sub>Se<sub>0.6</sub>, GaTe<sub>0.8</sub>Se<sub>0.2</sub> semiconductors are annealed at 300 °C for 30 minutes. The Bridgman-Stockbarger technique is one of the preferred techniques for the growth of layered compounds that provides better quality and controlled growth. In this method, the desired material is placed in a fixed magnification furnace in a quartz bulb. The chemical material placed in the ampoule is in a molten state in the hot zone of the crystal growth furnace. A relative movement begins between the furnace and the bulb to initiate the crystallization process, resulting in a temperature decrease at the lower end of the magnifying bulb. When the temperature at the bottom drops below the melting temperature, the crystallization process takes place. If it solidifies, the shape of the container determines the final form of the crystal. In this method, the container containing the material to be crystallized can be moved inside the oven as well as the heaters can be moved by keeping this container fixed. As in the Bridgman method, nucleation can be helped using a special neck or pointed tip in the growth of some crystals that do not use the first crystal core.  $\gamma$ -rays of Am<sup>241</sup> were detected with a high-resolution Si(Li) detector and using EDXRFS. The data were collected into 4096 channels of a multichannel analyzer and the spectra were collected for 1800 s. The schematic arrangement of the experimental setup used in the present work is shown in Figure 1. The typical spectra of 59.54 keV gamma-ray transmissions through GaTe<sub>0.8</sub>Se<sub>0.2</sub> are shown in Figure 2.

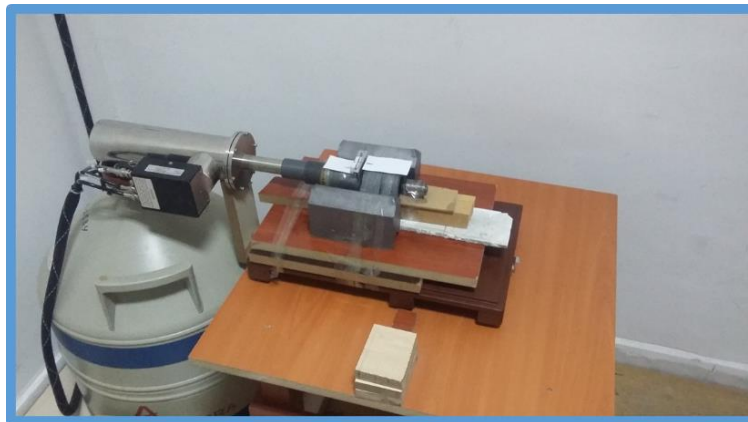
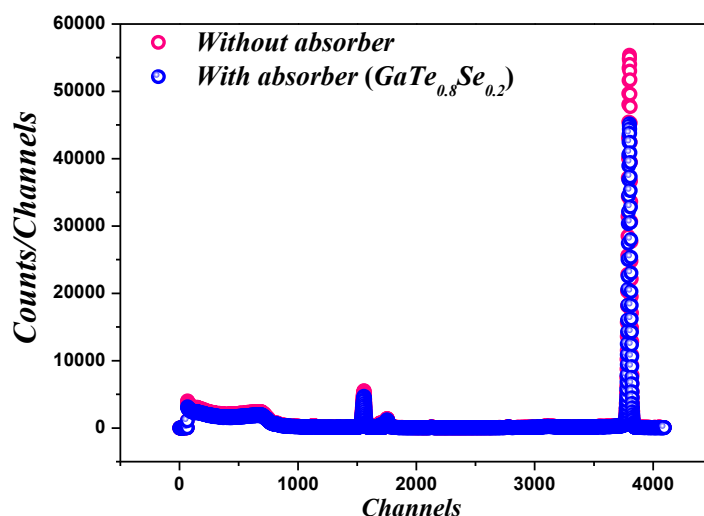


Figure 1. Experimental geometry



**Figure 2.** An example spectrum for  $\text{GaTe}_{0.8}\text{Se}_{0.2}$

In the study, the error for the gamma peak area is ( $\leq 1\%$ ), error for the thickness of the material is ( $\leq 0.95\%$ ), and counting statistics error is ( $\leq 1\%$ ).

#### 4. RESEARCH FINDINGS

In this study, gamma-ray transmission coefficients of  $\text{TlGaSe}_2$ ,  $\text{TlInGaSe}_2$ ,  $\text{Ga}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{Se}$ ,  $\text{GaTe}_{0.4}\text{Se}_{0.6}$ ,  $\text{GaTe}_{0.8}\text{Se}_{0.2}$  semiconductors were measured. The gamma-ray permeability of semiconductors was determined by measuring the transmission coefficients. The gamma-ray transmission factors for  $\text{TlGaSe}_2$ ,  $\text{TlInGaSe}_2$ ,  $\text{Ga}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{Se}$ ,  $\text{GaTe}_{0.4}\text{Se}_{0.6}$ ,  $\text{GaTe}_{0.8}\text{Se}_{0.2}$  semiconductors are given in Table 1.

**Table 1.** The gamma-ray transmission factors for  $\text{TlGaSe}_2$ ,  $\text{TlInGaSe}_2$ ,  $\text{Ga}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{Se}$ ,  $\text{GaTe}_{0.4}\text{Se}_{0.6}$ ,  $\text{GaTe}_{0.8}\text{Se}_{0.2}$  semiconductors

| Semiconductors                            | $T$   |
|---|-------|
| $\text{TlGaSe}_2$                         | 0.603 |
| $\text{TlInGaSe}_2$                       | 0.152 |
| $\text{Ga}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{Se}$ | 0.944 |
| $\text{GaTe}_{0.4}\text{Se}_{0.6}$        | 0.352 |
| $\text{GaTe}_{0.8}\text{Se}_{0.2}$        | 0.403 |

When table 1 is examined, it is seen that the results are not very similar. The band gaps, conductivity, resistance, color centers, structures, and atomic weights of these crystals are different from each other. Therefore, they cannot be expected to behave very similarly. Therefore the results do not have close values.  $\text{Ga}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{Se}$  has the largest transmission coefficient,  $\text{TlInGaSe}_2$  has the smallest transmission coefficient. That is,  $\text{TlInGaSe}_2$  absorbed more gamma-rays than  $\text{Ga}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{Se}$ . In other words,  $\text{TlInGaSe}_2$  interacted more with gamma rays. This may be the effect of thallium (Tl). The atomic number (Z) of Tl is 81. This atomic number value is very close to lead, the best gamma-ray shielding material. It is known that the higher the atomic number, the higher the interaction with the rays.

## 5. CONCLUSION

In the study, the experimental geometry we used gave very sensitive results for transmission measurements.  $\text{Ga}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{Se}$  has the largest transmission coefficient,  $\text{TlInGaSe}_2$  has the smallest transmission coefficient. Similar works can be repeated for different samples, energies, and geometries.

## ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Atatürk University Research Fund, Project No: Project ID: 6683, 8217, and FBG-2018-6423.

## REFERENCES

- [1]. Bagirzade E. F. & Aliev V. A., Sov. Phys. Semicond. 8, 20, 952, (1986).
- [2]. Akça B., Gürbulak B., Erzeneoğlu S. Z., Radiation Physics and Chemistry, 179, 109208, (2021).
- [3]. Belenkii G. L., Abdullayeva S. G., Solodukhin A. V., & Suleymanov R. A, Solid State Commun., 12-44, 1613, (1982).
- [4]. Akça B., Erzeneoğlu S. Z., Gürbulak B., Indian Journal of Pure & Applied Physics (IJPAP), 53(01), 49-55, (2015).
- [5]. Akça B., Atatürk University Institute of Science, Doctoral Thesis, 94, (2014).
- [6]. Çoban M., Akça B., Erzeneoğlu S. Z., Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(2), 191-198, (2014).
- [7]. Smith D. R., Schultz S., Markoš P., and Soukoulis C. M., Phys. Rev. B 65, 195104, (2002).
- [8]. Bell P. M., Pendry J. B., Martin Mareno L., Ward A. J., Computer Physics Communications, 85(2), 306-322, (1995).
- [9]. Stefanou N., Yannopapas, Modinos A., Computer Physics Communications, 113(1), 49-77, (1998).
- [10]. Yang C, Wang Y., Yanghua W., Geophysics, 81(5), 1SO-Z44, (2016).
- [11]. Akça B., Erzeneoğlu S. Z., Int. J. Adv. Res. 5(2), 270-274, (2017).

## METAL KATKILI ZNO NANOYAPILARIN FOTOKATALİTİK ÖZELLİKLERİ PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF METAL DOPED ZNO NANOSTRUCTURES

**Abdullah GÖKTAŞ**

Doç. Dr., Harran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü (Sorumlu Yazar)

**Sultan GÖKTAŞ**

Dr. Öğrt., Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

### ÖZET

ZnO geniş bant aralığına sahip önemli bir yarıiletken olup, optoelektronik, spintronik ve foto kataliz gibi çeşitli uygulamalarda çok fazla kullanılmaktadır. Bu yüzden yoğun ilgi görmektedir. Bununla beraber onun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin metal katkılandırılmasıyla rahatlıkla değiştirilebilmesi, kimyasal kararlılığı ve çevre dostu olması araştırmacıların ilgisini daha da çekmektedir.

Atık suların temizlenmesi dünyada önemli problemlerden biridir. Bu problem bazı fotokatalizör nano yapıların kullanılmasıyla çözülmeye çalışılmaktadır. ZnO'de önemli bir fotokatalizör olduğundan onun fotokatalitik verimini arttırmak için yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu yüzden bu çalışmada, ZnO ve metal katkı ZnO nano yapıların foto katalitik özellikleri araştırıldı. ZnO ve metal katkı ZnO nano yapıların fotokatalitik verimine etki eden parametreler tartışıldı. Bu parametrelerin başında kristal tane boyutları, yüzey morfolojisi, yasak band aralığı, metal katkı türü, kullanılan ışık kaynağı gelmektedir. Bununla beraber, kullanılan organik boyaların türü, konsantrasyonu ve fotokatalitik analiz için kullanılacak çözeltinin pH'ı önemli derecede fotokatalitik performansı etkilemektedir.

Fotokatalizör ZnO ve metal katkı ZnO nano yapıların hazırlanma teknikleri ve onların hazırlanma koşulları ve kullanılan öncül kimyasallar fotokatalizörün kristallenme kalitesini ve yüzey morfolojisini etkilemektedir. Bu yüzden bu çalışmada hazırlanan fotokatalizörlerin, fiziksel ve kimyasal üretim teknikleride kıyaslanarak araştırıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Fotokatalizör, ZnO, Metal Katkılı ZnO, Fotokatalitik Verim, pH, Kristal Yüzey Morfolojisi

### ABSTRACT

ZnO is one of the important semiconductors, having wide band gap energy and it has been widely used in various applications such as optoelectronic, spintronic and photocatalysis. Therefore, it gets intensive attraction. In addition to, it's environmentally friendly, chemical stability, and the modification its physical and chemical properties by metal doping easily make it more and more attractive for the researchers.

Cleaning wastewater is one of the important problems in the worldwide. This problem has been tried to be solved by using some nanostructured photocatalyst. Since ZnO is also an important photocatalyst, intensive studies are carried out to increase its photocatalytic efficiency. Therefore, in this study, photocatalytic properties of the ZnO and metal doped ZnO nanostructures were investigated. The parameters affecting the photocatalytic efficiency of ZnO and metal doped ZnO nanostructures were discussed. The main parameters are crystallite/grain size, surface morphology, forbidden band gap, metal dopant type, and the used light source. However, the type and concentration of organic dyes used and the pH of the solution to be used for photocatalytic analysis also significantly affect the photocatalytic performance.



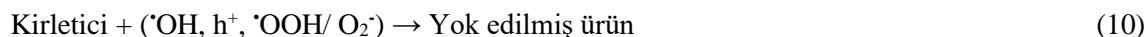
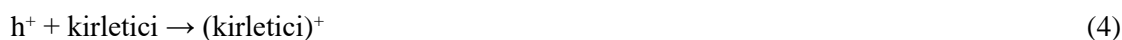
The preparation techniques of the photocatalyst ZnO and metal doped ZnO nanostructures and their preparation conditions as well as the used precursor chemicals affect the crystallization quality and surface morphology of the photocatalyst were scrutinized. Therefore, the photocatalysts prepared in this study were compared and investigated in terms of the physical and chemical production techniques.

**Keywords:** Photocatalyst, ZnO, Metal Doped ZnO, Photocatalytic Efficiency, pH, Crystal Surface Morphology

## 1. GİRİŞ

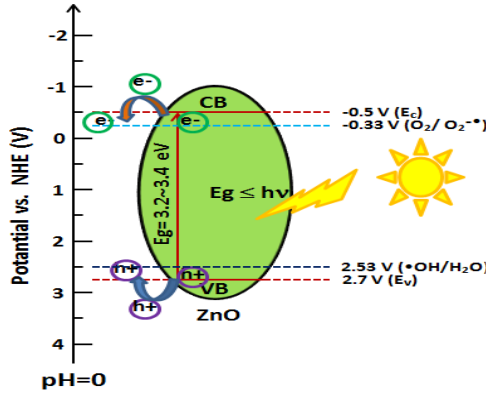
Fotokataliz, bir ışık kaynağı ile fotokatalizörler olarak adlandırılan yarı iletken malzemelerin yüzeyiyle etkileşime girdiğinde meydana gelen aktivitedir. Bu işlem sırasında, en az iki eşzamanlı reaksiyon meydana gelmelidir; fotojenere edilmiş deşiklerin oksidasyonu ve fotojenere elektronların indirgenmesi [1]. Fujishima ve Honda ilk olarak 1972'de yarı iletken elektrotta suyun elektrokimyasal fotokatalizini gerçekleştirdi. Daha sonra TiO<sub>2</sub>'nin sudaki siyanürü ayrıştırmaya yardımcı olduğu ve malzemenin çevresel uygulamalarına olan ilgiyi artırdığı keşfedildi. TiO<sub>2</sub>, birkaç nedenden ötürü fotokataliz için uygundur; bunlardan bazıları ortak kullanılabilirliği, nispeten düşük maliyeti ve yüksek kimyasal kararlılığıdır [2]. Bununla birlikte, ZnO'nin yasak bant aralığını değiştirerek fotokataliz uygulamaları için de uygun hale getirilebilir.

Fotokataliz, kirleticileri ayrıştırmak ve atmosferik havanın kalitesini artırmak için gerçek bir ortamda başarıyla kullanılabilir. Bu nedenle fotokataliz bina sektöründe iç mekan hava kalitesini iyileştirmek için de kullanılabilir [3]. Fotokatalitik süreci, süperoksit radikali (\*O<sup>2-</sup>), hidroksil (\*OH) ve deşik (h<sup>+</sup>) gibi önemli aktif türleri içerir; burada \*OH, sulu çözeltideki organik kirleticilerin yakılmasında başlıca oksidandır. Hidroksil radikallerinin temelde üç yolla üretilir: su ortamında H<sub>2</sub>O ve OH<sup>-</sup>, muhtemelen \*OH radikallerinin oluşması için foto indüklenmiş h<sup>+</sup> tarafından oksitlenmesiyle (1); sulu çözelti içinde sunulan O<sub>2</sub>, ışıkla uyarılmış e<sup>-</sup> yoluyla azaltılarak \*O<sub>2</sub><sup>-</sup> radikalleri oluşturulur, bunu h<sup>+</sup> ile tepki vererek (\*OOH radikalleri yaratarak) izler (2); ve \*OH radikalleri oluşturmak için daha fazla indirgeme (3). Ayrıca, fotojenere edilmiş h<sup>+</sup> büyüklüğü katalizör türüne ve oksidasyon sıralarına bağlı olan, doğrudan ayrışan organik kirleticiler için bir oksidan olarak kapsamlı bir şekilde incelenmiştir.



ZnO fotokatalistinin yüzeyindeki güçlü reaktif elektronlar ve holler, sırasıyla hidroksil radikalleri (•OH) ve süperoksit anyon radikalleri (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) oluşturmak için indirgeme ve oksidasyon reaksiyonlarını yürütmeye meyillidir. ZnO, normal hidrojen elektroduna (NHE) göre -0,5 eV'lik iletkenlik bandı enerjisinin tabanına sahiptir; bu, O<sub>2</sub>/O<sub>2</sub><sup>-</sup> redoks potansiyelinden daha negatiftir (-0,33 eV'ye karşı NHE), dolayısıyla süperoksit anyon radikalleri elektronlar tarafından üretilebilirken, değerlik bandı'nın

tepesi NHE'ye karşı 2,70 eV'ye sahiptir (Şekil 1), bu da OH/H<sub>2</sub>O'nun redoks potansiyelinden nispeten daha yüksek bir pozitif enerji değerini yansıtır (2,53 V'ye karşı NHE) [4, 5]. Bu nedenle, su molekülleri, hidroksil radikalleri üretmek için holler aracılığıyla kolayca oksitlenebilir. Yüksek oksidatif karakteristiğe sahip belirtilen kimyasal formlar, organik kirleticileri toksik olmayan H<sub>2</sub>O ve CO<sub>2</sub>'ye oksitleyebilir. Oluşan yanıt denklemleri yukarıdaki gibi verilmiştir.



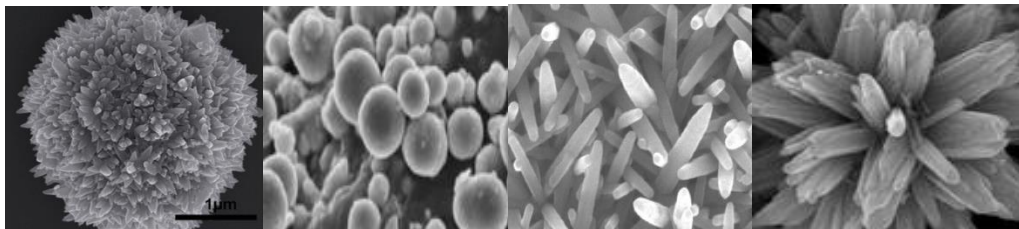
Şekil-1. ZnO bant kenarının göreceli potansiyel pozisyonları, \*OH/H<sub>2</sub>O ve O<sub>2</sub>/O<sub>2</sub><sup>-•</sup> pH = 0'da NHE'ye karşı seviyesi ve görünür ışık ışınması altında ZnO sisteminde yük ayırma ve transfer için şematik gösterimi.

Bu çalışmanın amacı, fotokatalitik etkinliği etkileyen parametreleri araştırmak ve çeşitli katkı atomlarının ZnO nanoyapılarının fotokatalitik özellikleri üzerindeki etkisini araştırmaktır.

## 2. TARTIŞMA ve BULGULAR

### 2.1. ZnO Fotokatalizörünün Fotoaktivitesini Geliştirme Stratejileri

Bir fotokatalizör olarak ZnO, nispeten düşük bir foto-aktifleştirilmiş elektron-hol (deşik) çiftleri ayırma yeterliliğini gösterir; bu, elektron-hol çiftlerinin hızlı rekombinasyon oranı ve düşük CO<sub>2</sub> alımının yanı sıra zayıf yüzey doğası nedeniyle azalmış fotokatalitik verimliliğin azalmasına yol açar. Bunun üstesinden gelmek için, yarı iletken malzeme sistemine yönelik bazı stratejilerin, yeterli oranda ve gözle görülür şekilde etkin reaksiyonlara izin verdiği düşünülmektedir. Bunlar, boya duyarlılığı ile yüzey modifikasyonu, organik bileşik hassaslaştırma, polimer hassaslaştırma, dar bant aralıklı yarı iletken ile bileşik yaparak onun elektronik bant yapısını değiştirmek ve ayrıca ZnO nano yapısını ve morfolojisini değiştirmek gibi çeşitli yaklaşımlarla sağlanabilir. Bu morfolojiler hiyerarşik nano kaktüs, nano çubuklar, kuantum noktaları, nanoteller, nano çiçekler v.b. olabilir (Şekil-2). Ayrıca, ZnO yarıiletkeni farklı atomlarla katkılandırılarak onun fotokatalitik performansı artırılabilir [6].



Şekil-2. Farklı morfolojiye sahip ZnO küresel, çubuksu ve çiçeksi nanoyapılar

### 2.2. ZnO Nanoyapıların Üretim Tekniklerinin Fotoaktiviteye Etkisi

Üretim teknikleri, ZnO bazlı nanokompozitlerin yukarıda belirtilen tüm üstünlüklerini elde etmek ve özellikle fotokatalitik verimlerini arttırabilmek için ciddi roller oynayabilirler. Bu teknikler şöyle

sıranabilirler: hidrotermal/solvotermal yöntem (i); sol-jel yöntemi (ii); ultrasonik ve mikrodalga destekli yöntemler (iii); elektrosinning yöntemi (iv); termal ayrışma (v); ve kimyasal birlikte çökeltme tekniği (vi). Küçük ayarlamalara sahip bu önemli teknikler, genellikle ZnO bazlı nanokompozit ve nano yapı hazırlamak için çok sayıda araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Bu nedenle, hazırlama teknikleri nano yapıların nanokristal kalitesini, morfolojisini ve yapı içindeki safsızlık miktarına etkier. Dolayısıyla bunlar ZnO fotokatalizörlerin fotokatalitik verimliliğini ciddi biçimde etkiler [7].

### 2.3. Farklı metal katkılarının ZnO Nanoyapıların Fotoaktivitesine Etkisi

Katkılama ZnO'nun bant yapısında bir değişikliğe ve fotojenere yük taşıyıcılarını yakalamak için tuzaklar yarattığı için, geçiş metalleri ile ZnO nano yapılarının katkılması, rekombinasyonu engeller. Bu, fotokatalitik verime pozitif bir katkı sağlar. Co, Cu, Ni, Fe, Ag, Ce, Mn, Nd, Y vb. gibi çeşitli metallerin, ZnO nano yapılarının fotokatalitik verimini ayarlamak için katkı maddesi olarak kullanmak fotokatalitik verimi etkiler. Genellikle, güneş ışığının verimli kullanımı, metal nanopartiküllerin plazmonik tepkisi, metal nanopartiküllerin elektron-deşik birleşimini bastırması etkisi ve metal nanoparçacıklar ile ZnO nano yapılar arasındaki Schottky eklemi boyunca elektron transferine bağlı elektron-deşik rekombinasyon oranının bastırılmasına bağlı olarak, belirli katkılama seviyesi fotokatalitik aktivitenin artmasına yol açar [7,8].

Metal katkılı ZnO nano yapıların artan fotokatalitik verimliliğinin bir diğer nedeni, ana örgüde bulunan metalin sebep olduğu düşük örgü gerilimidir. Ayrıca, fotokatalitik aktivitedeki artış, yük taşıyıcı tuzakları olarak hareket edebilen ve elektron-deşik çifti rekombinasyonunu etkili bir şekilde önleyen yarı iletkenlerdeki oksijen boşluklarının oluşturulmasıyla açıklanabilir. Dolayısıyla, oksijen boşlukları sayesinde elektron-delik çiftlerinin ayrılması, verimini artırır ve bu nedenle metal katkılı ZnO nano yapılar üstün fotokatalitik verimlilik sergilerler [9].

### 2.3. ZnO Nanoyapıların Fotoaktivitesine Etki Eden Diğer Parametreler

**pH;** Organik kirletici çözeltisinin pH değeri, katalizörlerin yüzey yük özelliklerini ve kirletici maddelerin katalizörlerin yüzeyindeki adsorpsiyon davranışını belirlediği için, artan fotokatalitik verime yol açan en önemli parametrelerden biridir. Reaksiyon karışımının pH'ı, OH radikallerinin üretimini, organik boyaların katalizör yüzeyine adsorpsiyonunu ve katalizör yüzeyindeki yükleri etkilediğinden fotokataliz uygulamalarında önemli bir parametredir [3,9].

**Katalizör miktarı;** Katalizör miktarının optimizasyonu, fotokatalitik deneylerde gereksiz fotokatalizör kullanımından kaçınmak için dikkat edilmesi gereken çok önemli parametrelerden biridir [3,10].

**Sıcaklık;** Sıcaklık reaksiyon hızını önemli ölçüde etkilediğinden, bu nedenle fotokatalitik aktivitenin artmasına yol açar. Fotokimyasal reaksiyon sıcaklığa bağlı olmamasına rağmen, ancak hız sabitlerinin sıcaklıkla değişimi, aktivasyon enerjisinin ve termal aktivasyonun artması organik boyaların katalizörlere difüzyonunu hızlandırmak için önemli bir adım olduğunu göstermektedir.

**Organik Boya Konsantrasyonu;** Pratik uygulama göz önüne alındığında, fotokatalitik aktivitenin boyaların bozunmasına karşı boya konsantrasyonu bağımlılığı çok fazladır. Daha yüksek boya konsantrasyonlarında fotonlar, boya molekülleri (metilen mavisi, Rodamin B, metilen turuncusu, v.b.) tarafından absorpsiyona bağlı olarak katalizör yüzeyine nüfuz edemezler. Ek olarak, daha yüksek bir boya konsantrasyonu boyanın katalizörlerin yüzeyinde adsorpsiyonuna yardımcı olur. Bu faktör, dolayısıyla fotokatalitik aktivitenin azalmasına neden olur [3,11].

## 3. SONUÇLAR

Metalin optimum katkılama seviyesinin, ZnO'nun bant yapısındaki değişiklik, fotojenere edilmiş yük taşıyıcılarını yakalamak için tuzaklar oluşturma gibi birçok nedenden dolayı esas olarak ZnO fotokatalizörlerinin fotokatalitik verimliliğini artırdığı sonucuna varılmıştır. Bununla beraber şu sonuçlarda fotokatalitik verimi pozitif anlamda etkilediği farkedilmiştir: (i) geliştirilmiş güneş ışığı kullanım verimliliği (ii); metal nanopartiküllerin plazmonik tepkisi (iii); metal nanopartiküllerin elektron sürüklenme etkisine bağlı olarak elektron-deşik rekombinasyon hızının bastırılması (iv); metal

nanopartiküller ile ZnO nanopartiküller arasındaki Schottky bağlantısı boyunca elektron transferi (v); metal katkıları sayesinde ZnO örgü sisteminde meydana gelen düşük örgü gerilimi (vi); metal katkıları sayesinde ZnO ana örgüsünde oksijen boşluklarının yaratılması.

Yukarıdakilere ilave olarak pH, sıcaklık, fotokatalizör dozu, organik boya konsantrasyonu, fotokatalizörün ürteim tekniği ve koşulları, metal katkıları ZnO nanoyapılarının fotokatalitik verimliliğini artıran ana parametreler olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, nanoyapı yüzey alanı, kristalin kalitesi ve nanoyapı şekli/morfolojisi, fotokatalitik verimliliği artıran diğer parametrelerdir.

#### 4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Harran üniversitesi 20039 nolu HÜBAK projesi tarafından desteklenmektedir.

#### KAYNAKÇA

- [1] P. Pascariu, I. V. Tudose b, M. Sucheai, E. Koudoumas, N. Fifere, A. Airinei, Appl. Surf. Sci., 448 (2018) pp. 481–488.
- [2] B. Poornaprakash, U. Chalapathi, K. Subramanyam, S.V. Prabhakar Vattikuti, Si-Hyun Park, Ceram. Inter., 46 (2020), pp. 2931–2939.
- [3] S. Goktas, A. Goktas, A review, J. Alloys Compd., 863 (2021), 158734.
- [4] H. Qin, W. Li, Y. Xia, T. He, ACS Appl. Mater. Interfaces, 3 (2011), pp. 3152–3156.
- [5] A. Haghizadeh, M. Hosseini, B. Mazinani, M. Shokouhimehr, Mater. Res. Expr., 6 (2019), 115060.
- [6] Q. Zhang, X. Zhao, L. Duan, H. Shen, R. Liu, J. Photochem. Photobiol. A: Chem., 392 (2020) 112156.
- [7] Pirhashemi M, Habibi-Yangjeh A. Photochem. Photobiol. A: Chem., 363 (2018), pp. 31-43.
- [8] S. Demirci, T. Dikici, M. Yurddaskal, S. Gultekin, M. Toparli, E. Celik, Appl. Surf. Sci., 390 (2016), pp. 591–601.
- [9] A Goktas, A Tumbul, Z Aba, A Kilic, F Aslan, Opt. Mater. 107 (2020), 110073.
- [10] A Goktas, J. Alloys Compd., 735 (2018), pp. 1038-1045.
- [11] O. A. Yildirim, H. Arslan, S. Sönmezoğlu, Appl. Surf. Sci., 390 (2016), pp. 111–121.

## SOL-JEL VE MAGNETRON PÜSKÜRTME TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN FE KATKILI ZNO İNCE FİLMLEİNİN YAPISAL VE OPTİKSEL ÖZELLİKLERİ

STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF FE DOPED ZNO THIN FILMS DERIVED BY  
SOL-GEL AND MAGNETRON SPUTTERING

**Abdullah GÖKTAŞ**

Doç. Dr., Harran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü (Sorumlu Yazar)

### ÖZET

Bu çalışmada, % 0-2 Fe katkılı ZnO ince filmleri sol-jel ve magnetron tekniğiyle cam altlıklar üstünde 500 °C'de üretildi. Üretilen filmlerin yapısal, yüzeysel ve optik özelliklerinin incelenmesi için x-ışını kırınım diffraksiyonu (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM), ultra-viyole görünür spektrofotometresi (UV-Vis) kullanıldı. Elde edilen sonuçlar filmlerin (002) kırınım düzleminde yönelip hekzagonal wurtzite yapıda kristallendiği ve polikristal doğaya sahip olduğu anlaşıldı. Magnetron püskürtme ile üretilen filmlerin kristallenme kalitesi ve (002) kırınım düzleminde yönelim miktarının, sol-gel ile üretilenlerden daha yüksek olduğu gözlemlendi.

SEM analizleri, magnetron püskürtme ile üretilen filmlerin yüzey morfolojisinin sol-gel ile üretilen filmlere göre daha homojen, yoğun ve pürüzsüz olduğunu gösterdi. SEM analizlerinden aynı zamanda tahmin edilen tane boyutlarının magnetron püskürtme ile üretilen filmlerde daha büyük olduğu anlaşıldı. SEM'e bağlı enerji dağılımlı x-ışını (EDX) filmlerde Zn, Fe, ve O elementlerin var olduğunu ve kullanılan Fe miktarlarının başlangıçta kullanılan miktarla uyumlu olduğunu ispatladı.

UV-Vis ölçümleri tüm filmlerin optik geçirgenliğinin % 70'in üstünde olduğunu ve Fe katkı oranıyla beraber değişim gösterdiğini ispatladı. Her iki teknikte üretilen filmlerde katkı oranının artması ile soğurmanın arttığı ve yasak enerji band aralığının katkısız ZNO ince filmine göre azaldığı tespit edildi. Hesaplanan kırılma indeksi ( $n$ ), sönüm katsayısı ( $k$ ) ve dielektrik katsayısı Fe katkı oranına bağlı olarak değişim gösterdi.

**Anahtar Kelimeler:** Sol-jel, Magnetron Püskürtme, ZnO, Fe Katkılı ZnO, İnce Film, Kırılma İndeksi, Dielektrik Sabit

### ABSTRACT

In this study, 0-2% Fe doped ZnO thin films were produced with sol-gel and magnetron techniques at 500 °C on the glass substrates. X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscope (SEM), and ultra-violet visible spectrophotometer (UV-Vis) were used to examine the structural, surface and optical properties of the produced films. The obtained results showed that the films were oriented in the (002) diffraction plane, crystallized in hexagonal wurtzite structure and had a polycrystalline nature. It was observed that the crystallization quality of the films produced by magnetron sputtering and the amount of orientation in the diffraction plane (002) were higher than those produced by sol-gel.

SEM analysis showed that the surface morphology of films produced by magnetron sputtering was more homogeneous, dense and smoother than films produced with sol-gel. It was also understood from the SEM analysis that the predicted particle sizes were larger in films produced by magnetron sputtering. It was also observed that Zn, Fe, and O elements exist in film samples by using energy dissipation x-ray (EDX) attached on the SEM tool and it proved that the amount of Fe used was compatible with the amount used initially.

UV-Vis measurements proved that the optical transmittance of all films is over 70% and it changes with the Fe doping rate. It was determined that with the increase in the doping rate in the films

produced by both techniques, the absorption increased and the forbidden band gap energy decreased compared to the undoped ZnO thin film. Calculated refractive index ( $n$ ), extinction coefficient ( $k$ ) and dielectric coefficient varied depending on the Fe doping level.

**Keywords:** Sol-gel, Magnetron Sputtering, ZnO, Fe doped ZnO, Thin Film, Refractive Index, Dielectric Constant

## 1. GİRİŞ

II-IV periyodik tablosu bileşiklerinden ZnO hala çok yoğun bir ilgi görmekte olup çalışılmaktadır. Bu yoğun ilgi nedeni, onun oda sıcaklığında geniş optiksel bant aralığı (3.37eV), yüksek eksiton bağlanma enerjisi (60 meV), görünür bölgedeki yüksek optiksel geçirgenliği, yüksek polarizite katsayısına sahip olması, kararlı olması, çevre dostu olması ve çok değişik uygulamalarda (optoelektronik, spintronik, fotokatalitik, v.b.) kullanılabilir olmasındandır [1-2]. Malzemelerin dizayn edilirken onların ana karakteristikleri göz önünde bulundurulur. Örneğin, malzemeden optik özelliklere sahip aygıt elde edilmesi düşünüyor ise, onun kırılma indeksi ( $n$ ), sönüm katsayısı ( $k$ ) ve optiksel dielektrik katsayısı ( $\epsilon$ ) büyük önem kazanır. Sözü edilen katsayılar, optiksel soğurma ve geçirgenlik spektrumlarıyla yakından ilgili olup, çeşitli bağlantılar yardımıyla hesaplanabilmektedir [3].

Değişik geçiş metalleri (Fe, Cr, Ni v.b.) ZnO kristal örgüsüne ilave edilerek, onun yapısal, optiksel, elektriksel ve manyetik karakteristikleri modifiye edilebilir. Geçiş metali katkılı ZnO nanoyapılı ince filmleri güncel olarak hala bir çok geleneksel film büyütme tekniğiyle elde edilebilmektedir. Geleneksel kimyasal nanoyapılı film depolama metodları içinde, bilhassa sol-jel yöntemiyle kaliteli ve çok saf metal oksit bileşikler rahatlıkla alınabilmektedir. Yöntemin pratik ve maliyet açısından elverişli olması, bu araştırmada sol-jel ve daldırma yöntemiyle  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim0.02$ ) nano yapılı ince filmleri elde edildi [4-10].

## 2. DENEYSEL YÖNTEM

$Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim0.02$ ) nano yapılı ince filmleri sol-jel daldırma ve magnetron püskürtme teknikleri ile cam üstüne 500 °C'de biriktirildi. Sözü konusu çözelti tabanlı sol-jel tekniği ile üretilen filmlerin çözeltisini hazırlamak için Zn asetat ve Fe nitrat öncül kimyasal tuzları belirli molar oranda alınarak, 2-methoxyethanolde magnetik karıştırıcı yardımı ile döndürülerek çözüldü. Her bir Fe katkı miktarı için (% 0-2) için ayrı ayrı hazırlanan çözeltilerin pH ayarı için uygun miktarda ethanolamin kullanıldı (pH=9.8). Yekün son çözelti karışımı 24 Fe nitrat öncül kimyasal tuzları aat oda sıcaklığında karıştırıldı. Nihai çözelti, daldırarak film biriktirme tekniğiyle cam altlıklar üstünde 400 °C'de depolandı. Depolanan filmler normal hava atmosferinde 500 °C'de 2 saat tavlandı.

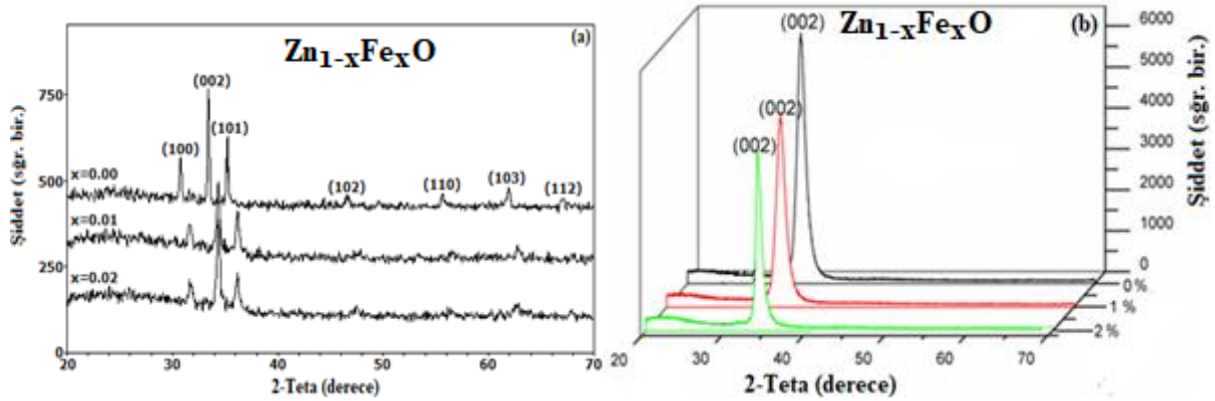
Diğer taraftan, magnetron püskürtme tekniğiyle üretilecek filmler şu şekilde hazırlandı; öncelikle Fe nitrat öncül kimyasal tuzları belirli basınç altında disk şekline dönüştürüldü. Sonra bu diskler ZnO target üstüne ikiye, dörder, altışar ve sekizer olacak şekilde simetrik olarak yerleştirildi. Böylelikle ZnO içerisine katılan Fe miktarı ayarlandı. Sonra sputter sisteminde ön vakum ve diğer şartlar sağlanarak filmler oda sıcaklığında cam altlıklar üstüne depolandı. Daha sonra bu filmler ayrıca sol-jel tabanlı filmler ile karşılaştırma açısından 500 °C'de 2 saat tavlandı.

Her iki yöntemde de alınan filmlerin kristal yapıları ve içlerindeki ikincil fazların varlığı XRD (Rigaku Ultima III (40 kV, 40 mA and 1.54 Å)) aygıtıyla incelendi. Film örneklerinin yüzeyel yapıları SEM (Zeiss Evo 50, 200 kV) ile analiz edildi.  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim0.02$ ) nano yapılı ince filmlerinin optiksel soğurma ve geçirgenlik spektrumları UV-Vis spektrofotometresi ölçüldü. Ölçüm sonuçları incelenerek film örneklerin kırılma indeksleri, sönüm katsayıları ve dielektrik katsayıları daha önce literatürde kullanılmış geçerli formüller aracılığıyla hesaplanarak elde edildi.

### 3. SONUÇ VE TARTIŞMALAR

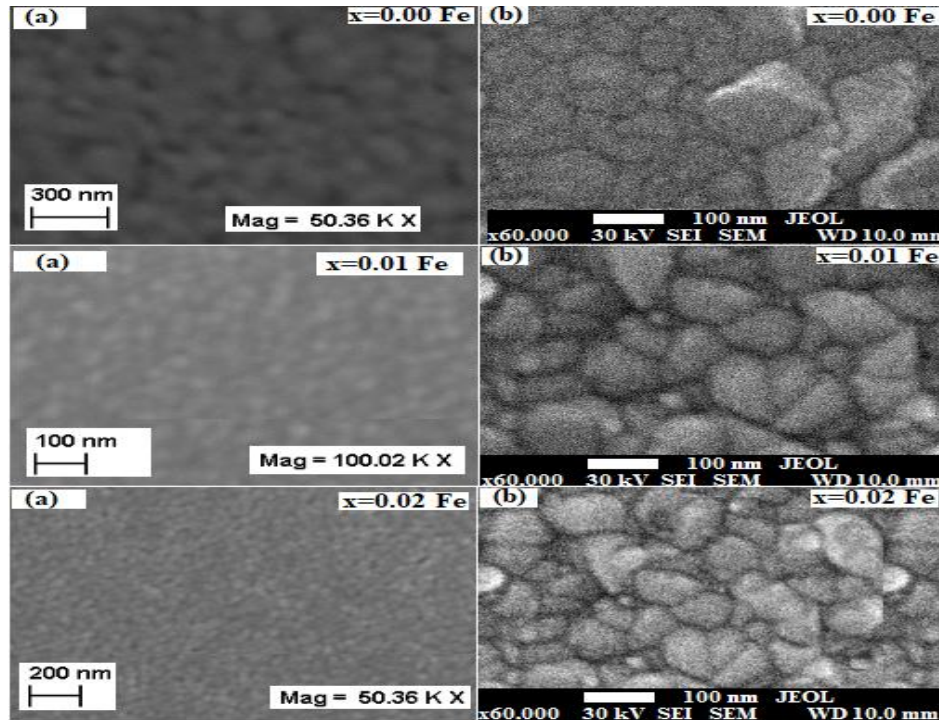
#### 3.1. XRD ve SEM Ölçümleri

Her iki teknikle üretilen  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim0.02$ ) nano yapıları ince filmlerinin XRD analiz spektrumları Şekil-1a-b'de verilmiştir. XRD Spektrumları, nano yapıları filmlerinin  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim0.02$ ) (002) yönelimli hekzagonal ZnO kristal yapısında kristalleştiğini ve polikristal doğaya sahip olduğunu yansıtmaktadır[5]. Filmler genellikle (002) yönünde büyümeyi tercih etmişlerdir. Söz konusu analizlerden filmlerinin yapısında herhangi bir ikincil faz gözlemlenmemiştir. Kristallenme derecesinin ve büyüklüğünün magnetron püskürtme ile üretilen filmlerde sol-gel ile üretilen filmlerden daha iyi olduğu saptandı.



Şekil-1. Sol-jel (a) ve magnetron püskürtme (b) yöntemiyle hazırlanan  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim0.02$ ) nanoyapılı ince filmlerin XRD spektrumları

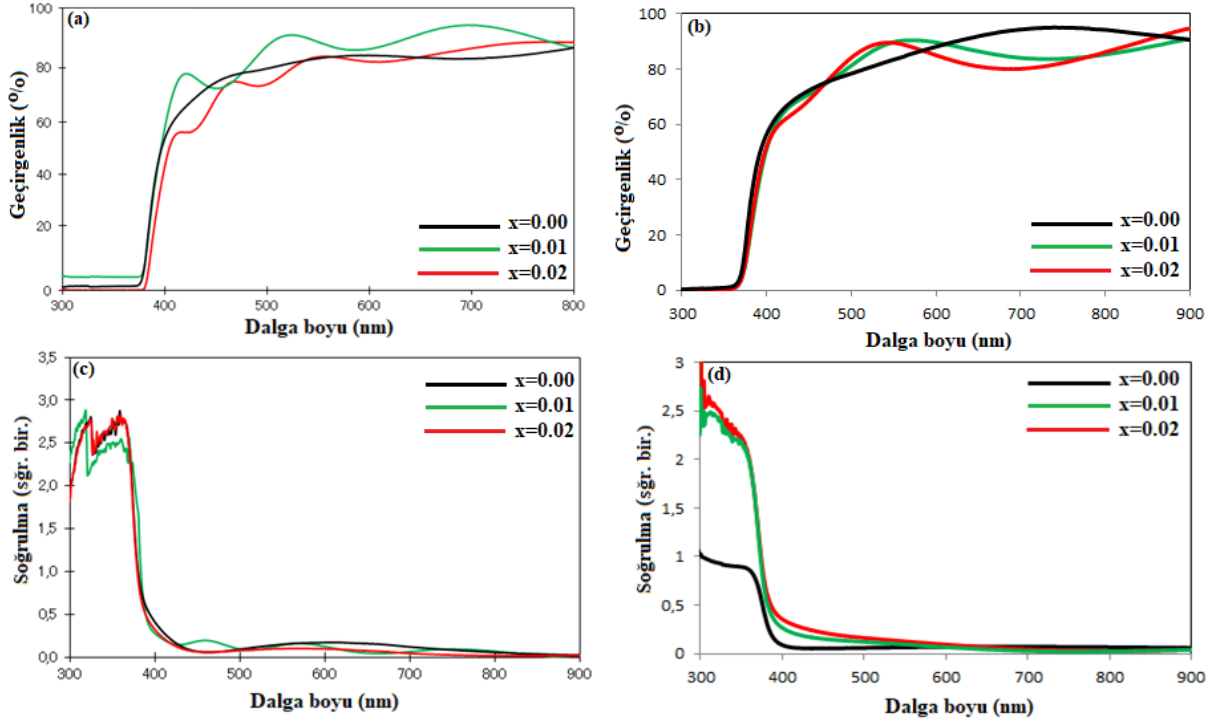
Elde edilen filmlerin, SEM yüzey görüntüleri film yüzeylerinin pürüzsüz, yoğun ve homojen olduğu görülmektedir (Şekil-2). Her iki teknikle üretilen  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim0.02$ ) nano yapıları ince filmlerinin arasında, magnetron püskürtme yöntemiyle hazırlanan Fe katkılı ZnO nanoyapılı filmlerin daha büyük grain boyutlarına sahip olduğu gözlemlendi.



Şekil-2. Sol-jel (a) ve magnetron püskürtme (b) yöntemiyle hazırlanan  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim0.02$ ) nanoyapılı ince filmlerin SEM görüntüleri

### 3.2. Optiksel Ölçümler

Sol-jel ve magnetron püskürtme yöntemiyle hazırlanan  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim 0.02$ ) nanoyapılı ince filmlerin optiksel soğrulma ve geçirgenlik spectrum tayfları Şekil-3a ve b'de sunulmuştur. Şekil-3'e göre filmler görünür bölgede hemen hemen aynı yüksek geçirgenliğe ve soğrulamaya sahiptirler. Bununla beraber, en yüksek geçirgenlik  $x=0.02$  Fe katkılı magnetron püskürtmede görülürken (Şekil-3a), en düşük soğrulma sol-jel ile üretilen katkısız ZnO filminde gözlemlendi (Şekil-3d).



Şekil-3. Magnetron püskürtme (a,c) ve sol-jel (b,d)yöntemiyle hazırlanan  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x= 0\sim 0.02$ ) nanoyapılı ince filmlerin geçirgenlik ve soğurma spektrumları

### 3.3. Optiksel Sabitlerin Hesaplanması

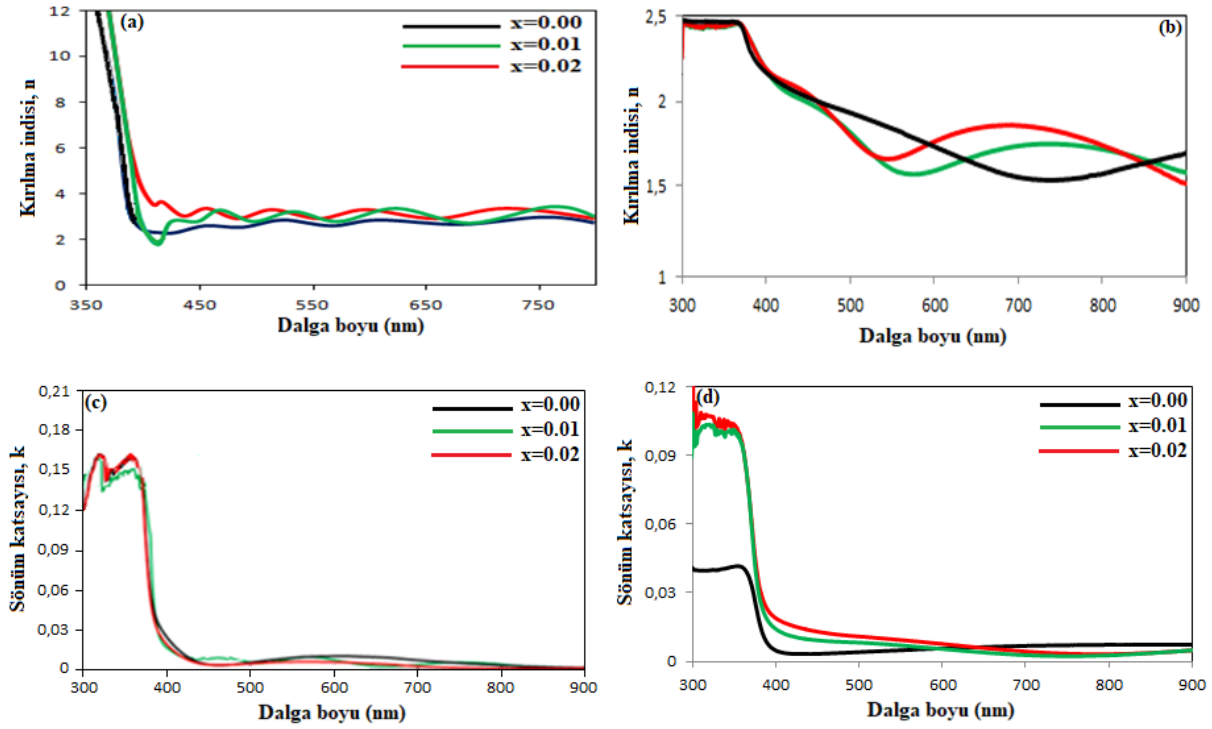
Optiksel soğurma ve geçirgenlik spectrum tayfları kullanılarak hesaplanan yansımaya (R) spektrumu değerlerinden faydalanılarak, kırılma indeksi ( $n$ ) ve sönüm katsayısı ( $k$ ) dalga boyuna bağlı olarak aşağıdaki eşitlikler kullanılarak bulundu [6].

$$n = \frac{1+R}{1-R} + \sqrt{\frac{4R}{(1-R)^2} - k^2} \quad (1)$$

$$k = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \quad (2)$$

hesaplanan sonuçlar Şekil-4a ve b'de sunulmuştur. Şekil-4'ten görüldüğü gibi magnetron püskürtme yöntemiyle hazırlanan  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim 0.02$ ) ince filmleri (Şekil-4a ve c) görünür bölge ve ultraviyole bölgede sol-jel ile hazırlanan filmlere (Şekil-4b ve d) nazaran daha yüksek kırılma indisine ve sönüm katsayısına sahiptir .

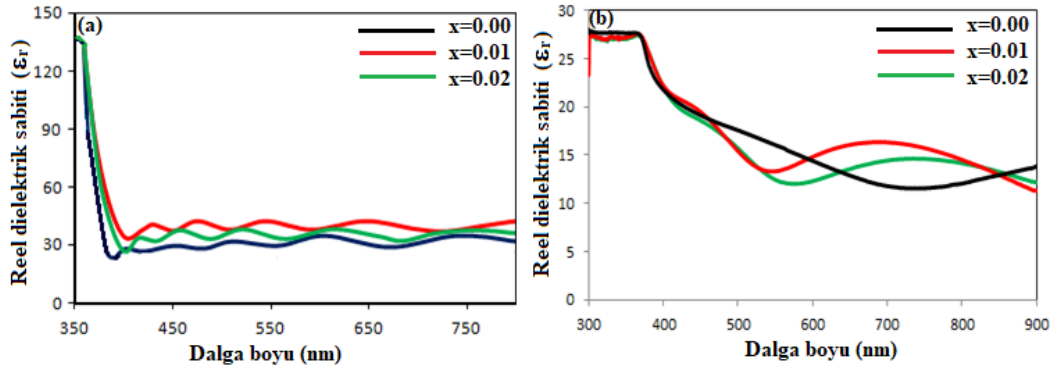




Şekil-4. Sol-jel (b ve d) ve magnetron püskürtme (a ve c) yöntemiyle hazırlanan  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim 0.02$ ) nanoyapılı ince filmlerin kırılma indeksi ve sönüm katsayılarının dalga boyu ile değişimi

Hesaplanan  $n$  ve  $k$  değerleri aşağıdaki eşitlik 3'te kullanılarak, filmlere ait optiksel dielektrik katsayıları ( $\epsilon_r$ ) hesaplandı.

$$\epsilon_r = n^2 - k^2 \quad (3)$$



Şekil-5. Sol-jel (b) ve magnetron püskürtme (a) yöntemiyle hazırlanan  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim 0.02$ ) nanoyapılı ince filmlerin optik dielektrik katsayısının dalga boyu ile değişimi

Şekil-5'ten görüldüğü gibi magnetron püskürtme (a) yöntemiyle hazırlanan  $Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim 0.02$ ) nanoyapılı ince filmleri görünür ve ultraviole bölgede daha yüksek dielektrik katsayısına sahiptir. Filmlerin dielektrik katsayısı, ultraviole bölgesinde dalga boyunun artmasıyla birlikte hızla azalırken, daha sonra görünür bölgede yavaş yavaş dalgalanarak artmıştır.

#### 4. SONUÇLAR

$Zn_{1-x}Fe_xO$  ( $x=0\sim 0.02$ ) nanoyapılı ince filmleri sol-jel ve magnetron püskürtme yöntemleriyle başarılı bir şekilde üretildi. Elde edilen filmlerin (002) düzlemi yönünde hegzagonal ZnO yapısında kristallendiği ve polikristaliteğe doğaya sahip olduğu gözlemlendi. Film yüzeylerinin yoğun ve homojen

olmasıyla beraber en iyi kristallenmenin magnetron püskürtme tekniğiyle üretilen ince filmlerinden alındığı XRD ve SEM sonuçlarından gözlemlendi. Optik ölçüm sonuçları, Her iki yöntemle elde edilen filmlerin hemen hemen aynı optik geçirgenlik ve soğurmaya sahip olduğunu ortaya koydu. Bununla beraber, üretilen ince filmler arasında en az soğurucu özelliğe sahip ince filmin sol-jel ile üretilen katkısız ZnO ince filmi olduğu saptandı. Yapılan hesaplamalardan, magnetron püskürtme tekniğiyle üretilen ince filmlerin kırınım indisi, sönüm katsayısı ve dielektrik katsayısının, sol-jel ile üretilen film numunelere göre hem düşük hemde yüksek dalga boylarında daha yüksek olduğu gözlemlendi.

## 5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma harran üniversitesi K21016 ve 21087 nolu HÜBAK projeleri ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- [1] Dietl T, Ohno H, Matsukura F, Cibert J, Ferrand D (2000) Science 287:1019.
- [2] Z.-L. Wang, J.-H. Song, Science, 312 (2006) 242–246.
- [3] D.A. Minkov, J. Phys. D. Appl. Phys., 22 (1989), pp. 1157–1161
- [4] A. Goktas, F. Aslan, I.H. Mutlu, J. Alloys Compd. 615 (2014) 765–778.
- [5] P.K. Sharma, R.K. Dutta, A.C. Pandey, J. Magn. Magn. Mater., 321 (2009) 3457–346.
- [6] A. Goktas, F. Aslan, A. Tumbul, S.H. Gündüz, Cer. Int. 43 (2017) 704-713.
- [7] L. Xu, X. Li, J. Cryst. Growth., 312 (2010) 851-855.
- [8] A. Goktas, I.H. Mutlu, Y. Yamada, Superlatt. Microstr., 57 (2013), pp. 139-149.
- [9] A. Goktas, A Tumbul, Z Aba, A Kilic, F Aslan, Optical Materials 107 (2020), 110073.
- [10] F Mikailzade, H Türkan, F Önal, Ö Karataş, S Kazan, M Zarbali, A Göktaş, Appl. Phys. A 126 (10), 2020, 1-6.

**TERAPÖTİK REJİME UYUMSUZLUK VE HASTALIK ALGISI**  
**NONCOMLIANCE TO THERAPEUTIC REGIMEN AND ILLNESS PERCEPTION**

**Meryem OTU**

Doktora öğrencisi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Anabilim Dalı,  
ORCID: 0000-0001-9985-1777 (Sorumlu yazar)

**Şerife KARAGÖZOĞLU**

Prof. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı,  
ORCID:0000-0002-9558-0786

**ÖZET**

Terapötik rejime uyum, yalnızca doğru ilaç kullanımına uyumla sınırlı kalmaz, bununla birlikte diyet, egzersiz veya yaşam tarzı değişikliklerine gösterilen uyumu da içermektedir. Terapötik rejime uyumun amacı ise, ilgili hastalarda belirli istenen sonuçlara ulaşmaktır. Hastanın terapötik rejime uyumsuzluğu ise, hastalığın yönetimi açısından da ciddi ve zararlı sonuçlar doğurabilmektedir. Bununla birlikte, hastalar uyumsuzsa sağlık profesyonellerinin çabalarına rağmen, istenen sonuçlar elde edilemeyebilir. Hastaların kendi hastalıkları hakkında sahip olduğu algılar terapötik rejimlere uyumun önemli bir belirleyicisidir ve buna göre tedavi davranışlarını kendi kendilerine düzenlediklerini bildirilmiştir. Hastalık algısı, hastanın tıbbi bir duruma ilişkin bilişsel değerlendirmesiyle, bunun olası sonuçlarına ilişkin kişisel anlayışıdır ve yaşam kalitesi üzerinde belirleyici bir unsurdur.

Hastalarda oluşan hastalık algısının anlaşılabilmesi için Leventhal ve arkadaşlarının geliştirdiği Hastalık Algısı Modeli önemli bir yere sahiptir. Bireylerin hastalık algılarının iyileştirilmesi ve terapötik rejime uyumun artırılması da terapötik eğitim ile mümkün olabilmektedir. Hastalık algısını hedefleyen terapötik eğitim müdahalelerin, hastalarda sağlık sonuçlarını iyileştirmeye yönelik çok yönlü yaklaşımların bir parçası olması gerektiği vurgulanmaktadır. Sağlık ekibinin vazgeçilmez üyeleri olan hemşireler hastaların yaşam tarzı ve sağlıkla ilgili sonuçlarını iyileştirmek için hastalık algılarını da dikkate alarak eğitim programları geliştirmeli ve uygulamalıdır. Bu yaklaşım, hemşirelerin daha etkili bir bakım sağlamasına da olanak sağlayacaktır. Bu yüzden hemşireler için bakımı planlarken hastaların hastalık algısını ve bu algıyı etkileyen faktörlerin belirlenmesi önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Terapötik Rejime Uyumsuzluk, Hastalık Algısı, Terapötik Eğitim

**ABSTRACT**

Compliance with the therapeutic regimen includes not only compliance with correct medication use, but also compliance with diet, exercise, or lifestyle changes. The purpose of adherence to the therapeutic regimen is to achieve certain desired results in the patients concerned. The patient's non-compliance with the therapeutic regimen can have serious and harmful consequences in terms of the management of the disease. However, if patients are incompatible, results may not be achieved, despite the efforts of healthcare professionals. Patients' perceptions of their own illness are an important determinant of adherence to therapeutic regimens, and it has been reported that they self-regulate their treatment behaviors accordingly. Illness perception is the patient's cognitive assessment of a medical condition, as well as personal understanding of its possible consequences, and is a determining factor on quality of life.

The Illness Perception Model developed by Leventhal et al. Has an important place in understanding the perception of disease in patients. Improving the illness perceptions of individuals and increasing compliance with the therapeutic regimen can also be possible with therapeutic education. It is emphasized that therapeutic educational interventions targeting illness perception should be a part of multifaceted approaches to improving health outcomes in patients. Nurses, who are indispensable

members of the healthcare team, should develop and implement training programs in order to improve patients' lifestyle and health-related outcomes, taking into account the illness perceptions. This approach will also allow nurses to provide more effective care. Therefore, when planning care for nurses, it is important to determine patients' perception of illness and the factors affecting this perception.

**Keywords:** Noncompliance with Therapeutic Regime, Disease Perception, Therapeutic Education

## GİRİŞ

Terapötik rejimde temel amaç, ilgili hastalarda belirli istenen sonuçlara ulaşmaktır. Bununla birlikte, hastalar uyumsuzsa sağlık profesyonellerinin çabalarına rağmen, bu sonuçlar elde edilemeyebilir. Hastanın terapötik rejime uyumsuzluğu, hastalığın yönetimi açısından da ciddi ve zararlı sonuçlar doğurabilmektedir. Terapötik uyum, yalnızca ilaç kullanımına uyumla kalmaz, aynı zamanda diyet, egzersiz veya yaşam tarzı değişikliklerini de içerir (Jin ve ark., 2008). Çoğu karmaşık, maliyetli müdahalenin ya da yoğun emeğin hasta uyumunu artırmada etkileri sınırlı olabilmektedir. Terapötik rejime yönelik müdahalelerde hastanın bakış açısını da hesaba katarak, değişime yönelik belirli engelleri ele alacak şekilde uyarılmanın zorunlu olduğu vurgulanmaktadır (Chen ve ark., 2011). Günümüzde, planlanan tedavi rejimine uyum, hastalık ve terapötik rejim önerileri ile ilişkili birçok faktörden etkilenebilmektedir. Terapötik rejime uyum, karmaşık, çok boyutlu ve dinamik bir süreçtir (Özdemir ve Özgüçlü, 2017).

Hasta uyumsuzluğunun nedenleri arasında unutkanlık, yanlış anlama gibi nesnel ve çözümü daha kolay nedenlerin yanı sıra, en yaygın ve en zor nedenlerin başında, hastaların bilinçli olarak uyumsuzluk göstermesi gelmektedir. Ancak, tedaviye bilinçli uyumsuzlukta durum daha karmaşıktır ve bu uyumsuzluk hastaların hastalığına yönelik algılarından etkilenebilmektedir (Özdemir ve Özgüçlü, 2017). Nitekim bazı çalışmalarda hastaların hipertansiyon, astım gibi kronik hastalıklarını akut yada sadece deneyimlenmiş semptomlar olarak algıladıkları durumda tedaviyi bırakma eğilimlerinin daha yüksek olduğunu bulunmuştur (Chen ve ark., 2011; Özdemir ve Özgüçlü, 2017). Chen ve ark. (2011) hastaların kendi hastalık algılarına sahip olduklarını ve buna göre tedavi davranışlarını kendi kendilerine düzenlediklerini bildirmiştir. Hastalık algısı, hastanın tıbbi bir duruma ilişkin bilişsel değerlendirmesi ve bunun olası sonuçlarına ilişkin kişisel anlayışıdır (Sawyer ve ark., 2019). Hastanın birey olarak hastalığına ilişkin bilişsel süreçler sonucu oluşturduğu algılar, hastalığa yönelik oluşturulan duygusal ve davranışsal tepkiler, baş etme davranışları, psikososyal yönden güçlük yaşama durumu ve yaşam kalitesi üzerinde belirleyici bir unsurdur (Kocaman ve ark., 2007). Farklı kronik hastalığı bulunan gruplarda yapılan bir çok çalışmada olumsuz hastalık algısının ağrı, depresyon, anksiyete ve etkisiz başetme yöntemleriyle ilişkili olduğu bulunmuştur (Karagülle ve Çiçek, 2020; De Raaij ve ark., 2018; Järemo ve ark., 2017; Tiemensma ve ark., 2016; Rezaei ve ark., 2014; Uysal ve Akpınar, 2013).

Sağlıkta biyo-psiko-sosyal yaklaşımın öne çıkmasından bu yana, hastalık odaklı tıbbi modelden, sağlık ve hastalıkla ilgili bireysel inançlarla birlikte çevresel faktörleri de ele alan insan odaklı yaklaşım ve modellere geçilmiştir. Hastalarda oluşan hastalık algısının anlaşılabilmesi için Leventhal ve arkadaşlarının geliştirdiği Hastalık Algısı Modeli önemli bir yere sahiptir (Diefenbach ve Leventhal, 1996). Model aynı zamanda öz düzenleme modeli, sağduyu modeli, öz düzenleyici model gibi isimlerle de anılabilmektedir. Birey belirlediği amaçlara ulaşmak için duygu, düşünce ve davranışlarını bilinçli bir şekilde yönetme kapasitesi öz düzenleme kavramı olarak açıklanmaktadır (İğci ve Özdemir, 2017). Bu anlamda Hastalık Algısı Modeli gelecekteki veya mevcut sağlık tehditlerine yanıt olarak sağlık davranışlarını kontrol eden değişkenler arasındaki dinamik etkileşimleri tanımlamak için tasarlanmıştır (Leventhal ve ark., 2016). Modele göre bireyler yaşadıkları bir problem karşısında problemi anlamlandırmak için hastalıklarına dair zihinsel algılar oluşturmaktadır. Bu zihinsel algılar, başetme davranışlarının oluşumunu ve bu davranışların sonuçlarına dair beklentileri etkileyebilmektedir (Diefenbach ve Leventhal, 1996; Meyer, Leventhal ve Gutmann, 1985). Hastalık algısı hastalığa dair kültürel olarak gelen ya da sosyal iletişimde edinilen, doktor ya da hemşire gibi otoritelerden ve hastalık yaşantısının kendisinden edinilen bilgilerden etkilenecek, sağlık problemi karşısında bireyi problem çözücü olarak özelleştirir. Birey, sağlık tehdidinin algılanan gerçekliği ile bu tehdiye karşı oluşan duygusal tepkiler olarak iki olgu üzerinden problem çözümünü gerçekleştirir. Modelde hastaların

birbirleriyle eş zamanlı ve paralel olarak bu iki olgu üzerinden hastalıkla baş etmede uygun davranışlar geliştirdiği varsayılmaktadır. Modelin temelinde üç temel ilke yatar (Diefenbach ve Leventhal, 1996). Bunlar:

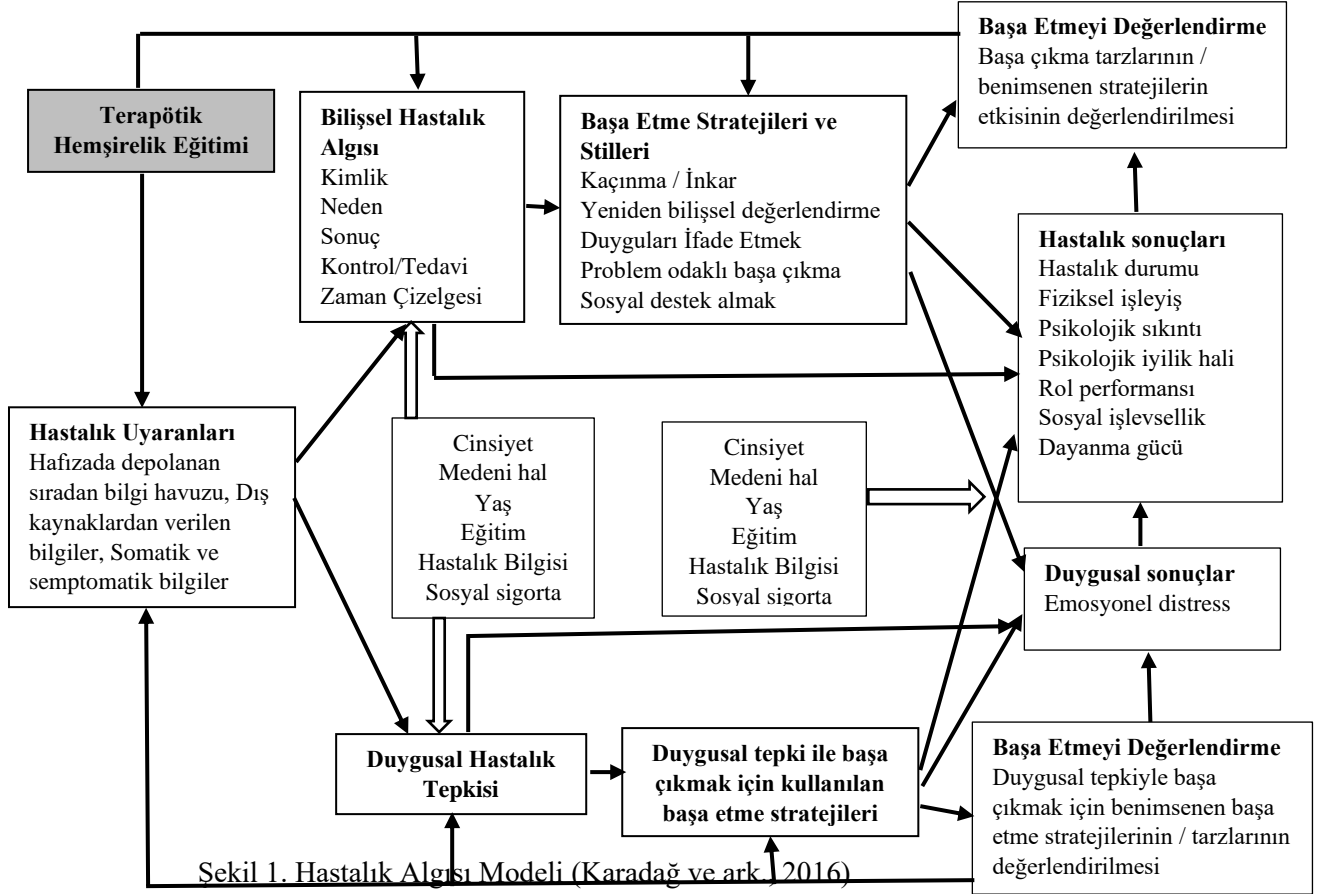
1. Bireyler bedensel semptomlarını değerlendiren, bunlara dair hipotezler kurup, test eden, yeni hipotezler oluşturan ve bu süreçte çevresinden ya da medyadan gelen bilgileri de değerlendirmeye alan bir problem çözücüdür.
2. Hastalık algısı başa çıkmaya ve eylem sonuçlarının değerlendirilmesine rehberlik eden merkezi bilişsel yapıdır.
3. Hastalık algıları son derece kişiseldir ve tıbbi gerçeklerle uyumlu olmayabilir (Diefenbach ve Leventhal, 1996).

Modele göre sağlık davranışlarını açıklamada sadece bilişsel boyut eksik kalmakta, bilişsel süreç ile etkileşim halinde olan duygusal süreçleri de birlikte ele almak gerekir. Modele göre, dış ve iç uyaranlar önceki sağlık ve hastalık deneyimleriyle bağlantı kurularak anlamlandırıldığında hastalık algılarını oluştururlar. Model, bireyin bir sağlık sorunu ile karşı karşıya kaldığında, hastalıkla ilgili bir hafıza şemasının veya 'prototipin' etkinleştirildiğini iddia eder. Uyaranlara karşı oluşturulan anlam ve algı önceden bilişsel olarak deneyimlenen bir hastalık ya da hayali bir hastalığın (örneğin kanserin) zihinsel şeması ile eşleştirilir. Bu hastalık algısını eşleştirme süreci, hastalık algısının beş farklı niteliği üzerinden gerçekleşir. Bunlar: (1) hastalığın kimliği (bireylerin hastalıklarını ve semptomlarını görme biçimini, örneğin kanser, kalp hastalığı, grip), (2) zaman çizelgesi (hastalığın ne kadar süreceğine dair inançları, akut mu? kronik mi? döngüsel mi?), (3) nedeni (hastalığın nedenine dair inançlar, örneğin, kanserin nedenleri olarak çevresel toksinler; kalp krizinin bir nedeni olarak stres), (4) kontrol edilebilirliği (hastalığın tedavi edilebilirliği ve kontrol edilebilirliği ile ilgili inançlar) ve (5) sonuçlarıdır (deneyimlenen ve beklenen fiziksel, bilişsel ve sosyal bozulma) (Leventhal ve ark., 2016; Diefenbach ve Leventhal, 1996). Hastalık algısında bilişsel aktiviteye paralel ve bağlantılı olarak, sağlıkla ilgili uyaranlar duygusal tepkileri de uyandırır ve depresyon, kızgınlık veya öfke duygularını ortaya çıkarabilir. Örneğin, göğüste ani keskin bir ağrı rahatsız edici olan ancak kaygı uyandırmayan bir kas ağrısı olarak veya tehdit edici ve yüksek derecede kaygı uyandıran bir kalp krizinin habercisi olarak yorumlanabilir ya da kanserin tedavi edilemeyeceğine yüksek inanç kaygı ya da depresyona yol açabilir (Diefenbach ve Leventhal, 1996).

Hastalık algısıyla ilgili yapılan bazı çalışmalar, hastalık kimliğinin terapötik rejime uyumu doğrudan veya hastalığın ve nedeninin kontrolü yoluyla dolaylı olarak etkileyebileceğini, kontrol edilebilirlik hissini geliştirerek terapötik rejimlere bağlılığı artırabileceğini belirtmektedir (Chen ve ark., 2011; Aluhayyan ve ark., 2020). Hastalık nedenleri bilinmediğinde de, hastaların hastalıkları hakkında olumsuz inançları artabilmektedir. Bu nedenle hastanın hastalık algılarının anlaşılması etkin bir sağlık yönetimi ve hastanın sağlık sonuçlarının iyileştirilmesi için önemlidir (Ruiz- Montero ve ark., 2015). Olumsuz hastalık algısını düzeltmeye temellendirilmiş eğitim programları ile hastalık algılarının ve yaşam kalitesinin, anksiyete ve depresyon düzeyinin iyileştirilebilmesi, ayrıca hastalıkla başetme davranışlarının kazandırılabilmesi mümkündür (Sadeghi-Akbari ve ark., 2019; Rakhshan ve ark., 2019; Sararoudi ve ark., 2016). Garbacz ve ark. (2015) kalp yetmezliği bulunan hastalarda terapötik eğitimin sonuçlarını değerlendirdiği çalışmada, eğitiminin hastalık algısında olumlu etkiler yaptığını belirlenmiştir. Yılmaz ve ark. (2020) hipertansiyon hastalarında hem web tabanlı hem de yüz yüze eğitimi karşılaştırdıkları çalışmalarında da hastaların olumlu hastalık algılarında ve tedaviye uyumlarında artış olduğunu bildirmiştir. Kronik bel ağrılı hastalarda bilişsel eğitim müdahalesinin değerlendirildiği bir çalışmada ise eğitimin hastalık algısını olumlu yönde etkilediği saptanmıştır (Löchting ve ark., 2016).

Terapötik hasta eğitimine 1998 yılında Dünya Sağlık Örgütü tarafından dikkat çekilmiş, bu yaklaşımın kronik hastalıkları olan kişilerin hastalıklarını yönetmesinde sağlık ve finansal açıdan fayda sağladığı vurgulanmıştır (WHO, 1998). Terapötik eğitim sadece bilgi vermekten ibaret bir eğitim boyutuna indirgenemez (M'Bailara ve ark., 2019). Terapötik eğitim hastaların hastalıklarını anlamaları, sağlık profesyonelleri ile işbirliği yapmaları, sorumluluk üstlenerek kendi tedavi ve bakımlarına aktif katılım sağlamalarını amaçlamaktadır. Tüm bu süreç bireylerin yaşam kalitelerini artırabilmektedir (Moreau ve ark., 2020).

Sağlık ekibinin vazgeçilmez üyeleri olan hemşireler hastaların yaşam tarzı ve sağlıkla ilgili sonuçlarını iyileştirmek için hastalık algılarını da dikkate alarak eğitim programları geliştirmeli ve uygulamalıdır (Rakhshan ve ark., 2019). Hastalık Algısı Modeli' ne dayalı terapötik eğitim programları, hastaların hastalığa yönelik algılarını, aynı zamanda terapötik eğitim modellerinde temel bir unsur olan hastalık hakkındaki görüşlerini değiştirmelerine olanak sağlamaktadır.



Şekil 1. Hastalık Algısı Modeli (Karadağ ve ark., 2016)

## SONUÇ

Hastalık algısı, bireyin o ana kadar çeşitli kaynaklardan edindiği soyut ve somut sağlık bilgilerini bilişsel olarak işlemesi, bu durumdan da bilişsel algı ve duygusal tepkilerinin etkilenmesi sonucu hastalığına bir anlam yüklemesidir. Aynı zamanda bireyler zaman içinde hastalığın kendileri üzerindeki etkileri değerlendirmeye devam ederek, bir tür geri bildirim döngüsünde bilişsel algılarında ve duygusal yanıtlarında değişikliklere yol açabilmektedir.

Kişisel sağlık davranışlarının bir unsuru olan terapötik rejime uyum, sağlık hizmeti sonuçlarının iyileştirilmesi açısından geliştirilebilecek önemli faktörlerdendir. Hastalık algısı ise, terapötik rejimlere uyumun önemli bir belirleyicisidir. Bireylerin hastalık algılarının iyileştirilmesi ve terapötik rejime uyumun artırılması da terapötik eğitim ile mümkün olabilmektedir. Hastalık algısını hedefleyen terapötik eğitim müdahalelerin, hastalarda sağlık sonuçlarını iyileştirmeye yönelik çok yönlü yaklaşımların bir parçası olması gerekmektedir. Hemşireler, terapötik eğitimin sağlanması için önemli bir sağlık disiplini olması sebebiyle, bireyin hastalık algısını değerlendirmek, hemşirelerin daha etkili bir bakım sağlamasına da olanak sağlayacaktır. Bu yüzden hemşireler için bakımı planlarken hastaların hastalık algısını ve bu algıyı etkileyen faktörlerin belirlenmesi önemlidir.

## KAYNAKLAR

- Alluhayyan, O.B., Alsahly, R.J., Aldawsari, A.A., Alghabawy, K.A., Alqaan, R.S., Almutairi, A.F., Alharbi, S.A. (2020). Illness Perception and Medication Adherence Among Patients with Primary Hypothyroidism in Al Qassim, Saudi Arabia. *Patient Prefer Adherence*, 14: 1111-1117. <https://doi.org/10.2147/PPA.S257703>
- Chen, S.L., Tsai, J.C., Chou, K.R. (2011). Illness perceptions and adherence to therapeutic regimens among patients with hypertension: a structural modeling approach. *Int J Nurs Stud*, 48(2):235-45. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2010.07.005.
- Chen, S.L., Tsai, J.C., Lee, W.L. (2009). The impact of illness perception on adherence to therapeutic regimens of patients with hypertension in Taiwan. *J Clin Nurs*, 18(15): 2234-44. doi: 10.1111/j.1365-2702.2008.02706.x.
- De Raaij, E. J., Ostelo, R. W., Maissan, F., Mollema, J., Wittink, H. (2018). Illness Perceptions' Association and Prognosis With Pain and Physical Function in Patients With Non-Cancer Musculoskeletal Pain: A Systematic Literature Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 1–48. doi:10.2519/jospt.2018.8072
- Diefenbach, M. A., Leventhal, H. (1996). The common-sense model of illness representation: Theoretical and practical considerations. *Journal of Social Distress & the Homeless*, 5(1): 11–38. <https://doi.org/10.1007/BF02090456>
- Garbacz, L., Jullière, Y., Alla, F., Jourdain, P., Guyon, G., Coudane, H., Herve, C., Claudot, F. (2015). Impact de l'éducation thérapeutique sur les habitudes de vie: perception des patients et de leurs proches [impact of therapeutic education on lifestyles: perception of patients and their relatives]. *Sante Publique*, 27(4):463-70.
- İğci, G., Özdemir O. (2017). Üniversite öğrencilerinin öz düzenleme becerileri ve derse yönelik tutumlarının akademik başarıları ile ilişkisi. Demirel, Ö., Dinçer, S. (Ed). *Küreselleşen dünyada eğitim içinde*. (pp.185-198). 1. Baskı. Pegem Akademi. Ankara.
- Järemo, P., Arman, M., Gerdle, B., Larsson, B., Gottberg, K. (2017). Illness beliefs among patients with chronic widespread pain - associations with self-reported health status, anxiety and depressive symptoms and impact of pain. *BMC Psychol*, 5(1):24. doi: 10.1186/s40359-017-0192-1.
- Jin, J., Sklar, G. E., Min Sen Oh, V., Chuen Li, S. (2008). Factors affecting therapeutic compliance: A review from the patient's perspective. *Therapeutics and clinical risk management*, 4(1), 269–286. <https://doi.org/10.2147/tcrm.s1458>
- Karadağ, E., Sevinç, S., Karatay, G. (2016). The Relationship Between Illness Perception and Disability in Hemodialysis Patients. *Türkiye Klinikleri J Nurs Sci*, 8(3):213-23. doi: 10.5336/nurses.2015-46162
- Karagülle, Ç., Çiçek, S.C. (2020). Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı Olan Bireylerin Hastalık Algısının Yaşam Kalitesine Etkisi. *Türk Fen ve Sağlık Dergisi*, 1(2): 36-49.
- Kocaman, N., Özkan, M., Armay, M., Özkan, S. (2007). Hastalık Algısı Ölçeğinin Türkçe uyarlamasının geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*; 8:271-280.
- Leventhal, H., Philips, L.A., Burns, E. (2016). The Common-Sense Model of Self-Regulation(CSM): a dynamic framework for understanding illness self-management. *Journal of Behavioral Medicine*, 39(6): 935-946.
- Løchting, I., Storheim, K., Werner, E.L., Småstuen Cvancarova, M., Grotle, M. (2016). Evaluation of individualized quality of life and illness perceptions in low back pain. A patient education cluster randomized controlled trial. *Patient Educ Couns*, 99(12):1992-1998. doi: 10.1016/j.pec.2016.05.015.
- M'Bailara, K., Minois, I., Zanouy, L., Josse, F., Rouan, E., Maïtrot, A., Sportich, J., Roux, S., Jutant, A., Deloge, A., Desage, A., Gard, S. (2019). [Therapeutic education: A lever to change perceptions of bipolar disorder in family caregivers]. *L'encephale*, 45(3):239-244. DOI: 10.1016/j.encep.2018.11.004.

- Meyer, D., Leventhal, H., Gutmann, M. (1985). Common sense models of illness - The example of Hypertension. *Health Psychology*, 4(2), 115-135.
- Moreau, J., Hammoudi, N., Marthey, L., Trang-Poisson, C., Nachury, M., Altwegg, R., Grimaud, J.C., Orempuller, S., Hébuterne, X., Aubourg, A., Baudry, C., Seksik, P., Roblin, X., Nahon, S., Savoye, G., Mesnard, B., Stefanescu, C., Simon, M., Coffin, B., Fumery, M., Carbonnel, F., Peyrin-Biroulet, L., Desseaux, K., Allez, M.; GETAID. (2020). Impact of an Education Program on Ibd Patient's Skills: Results of A Randomized Controlled Multicenter Study (Ecipe). *J Crohns Colitis*, 24: jjaa195. doi: 10.1093/ecco-jcc/jjaa195.
- Özdemir, S.K., Özgüçlü, S. (2017). ASTIMLI HASTALARDA TEDAVİ UYUMSUZLUĞU SIKLIĞI VE NEDENLERİ. *İzmir Gögüs Hastanesi Dergisi*, 31(3): 125-133.
- Rakhshan, M., Rahimi, M., Zarshenas, L. (2019). The Effect of an Education Program Based on Illness Perception on the Lifestyle of Patients with Metabolic Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial. *IJCBNM*, 7(4):279-287. doi: 10.30476/IJCBNM.2019.81658.0.
- Rezaei, F., Doost, H.T.N., Molavi, H., Abedi, M.R., Karimifar, M. (2014). Depression and pain in patients with rheumatoid arthritis: Mediating role of illness perception. *The Egyptian Rheumatologist*, 36(2):57-64. doi:10.1016/j.ejr.2013.12.007
- Ruiz-Montero, P.J., Van Wilgen, C.P., Segura-Jiménez, V., Carbonell-Baeza, A., Delgado-Fernández, M. (2015). Illness perception and fibromyalgia impact on female patients from Spain and the Netherlands: do cultural differences exist?. *Rheumatol Int*, 35: 1985–1993. <https://doi.org/10.1007/s00296-015-3281-6>
- Sadeghi Akbari, A., Cheraghi, M. A., Kazemnejad, A., Nomali, M., Zakerimoghadam, M. (2019). Effect of Illness Perception Correction - Based Educational Program on Quality Of Life and Self- Care in Patients with Heart Failure: a Randomized Controlled Trial. *Journal of caring sciences*, 8(2): 89–93. <https://doi.org/10.15171/jcs.2019.013>
- Sararoudi, R.B., Motmaen, M., Maracy, M.R., Pishghadam, E., Kheirabadi, G.R. (2016). Efficacy of illness perception focused intervention on quality of life, anxiety, and depression in patients with myocardial infarction. *J Res Med Sci*, 21():125. doi: 10.4103/1735-1995.196607.
- Sawyer, A. T., Harris, S. L., Koenig, H. G. (2019). Illness perception and high readmission health outcomes. *Health psychology open*, 6(1): 2055102919844504. <https://doi.org/10.1177/2055102919844504>
- Tiemensma, J., Gaab, E., Voorhaar, M., Asijee, G., Kaptein, A.A. (2016). Illness perceptions and coping determine quality of life in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 11:2001-7. doi: 10.2147/COPD.S109227. PMID: 27601893; PMCID: PMC5003510.
- Uysal, Y., Akpınar, E. (2013). Tip 2 diyabetli hastalarda hastalık algısı ve depresyon. *Cukurova Medical Journal*, 38(1): 31-40.
- World Health Organization. (1998). Therapeutic patient education: continuing education programmes for health care providers in the field of prevention of chronic diseases: report of a WHO working group (No. EUR/ICP/QCPH 01 01 03 Rev. 2). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Yılmaz, Z., Sancar, M., Okuyan, B., Yeşildağ, O., İzzettin, F.V. (2020). Impact of Verbal and Web-based Patient Education Programs Driven by Clinical Pharmacist on the Adherence and Illness Perception of Hypertensive Patients. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 54(3)(Suppl): 695-704.



## FARKLI DİYET ÖRÜNTÜLERİNİN POSTPRANDİYAL DİNLENME ENERJİ HARCAMASI ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### EVALUATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT DIET PATTERNS ON POSTPRANDIAL RESTING ENERGY EXPENDITURE

**Tuğçe BULMUŞ TÜCCAR**

(Sorumlu Yazar)

Öğr. Gör. Dr., Yüksek İhtisas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü,

**Gamze AKBULUT**

Profesör, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü

#### ÖZET

Bu çalışmada Akdeniz diyeti ve Batı tarzı diyete uygun öğün modellerinin postprandiyal dinlenme enerji harcaması üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, randomize çapraz kontrollü olarak planlanmış ve yürütülmüştür. Çalışma, dahil edilme kriterlerine uygun, sağlıklı, 19-45 yaş aralığında, normal vücut ağırlığında olan (BKİ=20-24,9 kg/m<sup>2</sup>) 11 gönüllü kadın birey üzerinde yürütülmüştür. Bireylerin demografik özellikleri, beslenme alışkanlıkları ve fiziksel aktivite düzeyleri araştırmacılar tarafından hazırlanan anket ile sorgulanmıştır. Bireylerin antropometrik ölçümleri (vücut ağırlığı, boy uzunluğu) alınmış ve vücut bileşimi analizi yapılmıştır. Çalışmaya katılan her bireye randomize olarak, 12 saat açlık sonrası, içerikleri araştırmacılar tarafından standardize edilmiş Akdeniz diyeti ve Batı tarzı diyete uygun test öğünleri aralarında iki hafta arınma periyodu bırakılarak verilmiştir. Bireylerin dinlenme enerji harcaması ölçümü, indirekt kalorimetre ile test öğünü tüketimi öncesi (0.dk) ve postprandiyal 30., 120. ve 240. dakikalarda yapılmıştır. Bireylerin başlangıç düzeyine (0.dk) kıyasla, Akdeniz diyetine uygun öğün tüketimi sonrası dinlenme enerji harcamasındaki postprandiyal fark (30., 120. ve 240. dakikalarda), Batı tarzı öğün tüketimine (30., 120. ve 240. dakikalar) kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p<0,05). Sonuç olarak Akdeniz diyetine uygun beslenmenin dinlenme enerji harcamasına katkısının daha fazla olduğu gözlenmiştir. Farklı öğün modellerin postprandiyal dinlenme enerji harcaması üzerine etkinliklerinin doğrulanması için daha uzun sürelerde değerlendirme yapılan daha geniş örneklemli çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Postprandiyal durum, Akdeniz diyeti, Batı tarzı diyet, dinlenme enerji harcaması

**Abstract:** In this study, it was aimed to examine the effects of different meal models typical for the Mediterranean diet and Western diet on postprandial resting energy expenditure. The study was designed and carried out as a crossover randomized controlled trial. Eleven healthy women, aged 19-45, with normal body weight (BMI = 20-24.9 kg/m<sup>2</sup>) participated to the study. The demographic characteristics nutritional habits and physical activity levels of the individuals were assessed with a questionnaire prepared by the researchers. Anthropometric measurements (body weight, height) of the individuals were taken and body composition analysis was performed. All of the participants in the study was randomly given standardized test meals typical for the Mediterranean diet and Western style diet after 12 hours of fasting, with a two-week washout period between. Resting energy expenditure measurements of the individuals were made with indirect calorimetry before the test meal consumption (time 0) and at the 30th, 120th and 240th minutes postprandially. The postprandial (30th, 120th, and 240th minutes) resting energy expenditure was found to be significantly higher after Mediterranean diet consumption, compared to Western meal meal consumption (p <0.05). As a result, it was observed that nutrition in accordance with the Mediterranean diet contributes more to resting energy expenditure. Studies with larger number of participants that are evaluated over longer periods of time are needed to confirm the effectiveness of different meal models on postprandial resting energy expenditure.

**Keywords:** Postprandial status, Mediterranean diet, Western diet, resting energy expenditure

## GİRİŞ

Günlük enerji harcaması, bazal metabolik hız, besinlerin termik etkisi (endojen termojenez) ve fiziksel aktivite ile harcanan enerjinin toplamıdır. Besinlerin termik etkisi, besin tüketimini takiben (postprandiyal durum) enerji harcamasındaki artışı ifade eder; yoğunluğu ve süresi, tüketilen besin miktarı ve bileşimi ile doğrudan ilişkilidir (Blasco Redondo, 2015). Günümüzde özellikle modern toplumlarda, günün önemli bir kısmı postprandiyal durumda geçirildiğinden, farklı diyet örüntüleri ve öğün içeriklerinin postprandiyal sonuçlarının araştırıldığı çalışmalara olan ilgi artmaktadır (Devaraj, Wang-Polagruto, Polagruto, Keen, & Jialal, 2008; O'Keefe & Bell, 2007).

Akdeniz diyeti, yüksek miktarda zeytinyağı (sızma), sebzeler, meyveler, tam tahıllar, yağlı tohumlar ve baklagiller; orta derecede balık, kırmızı et, süt ürünleri ve kırmızı şarap; düşük miktarda yumurta ve şeker tüketimi ile karakterize bir diyettir. Diyetin doymuş yağ içeriği düşük, posa içeriği yüksektir. Antioksidan bileşikler ve antiinflamatuvar etkileri olan biyoaktif ögeler açısından zengin bir diyet olup, düşük glisemik indekse sahiptir (Davis, Bryan, Hodgson, & Murphy, 2015). Sağlığın korunumunda Akdeniz diyetine uyum, birçok ülkenin beslenme politikaları arasında yer almakla birlikte küreselleşmenin artması beslenme alışkanlıklarını da etkilemektedir (Harrell, Ussery, Greene-Cramer, Ranjit, & Sharma, 2016; Pingali, 2007; Usitalo et al., 2005). Batı tipi ekonominin yaygınlaşması, kentsel ve teknoloji odaklı kültürün yanı sıra besin üretimi ve tüketiminin küreselleşmesi, beslenme alışkanlıklarının homojenizasyonu gibi nedenlerle toplumların beslenme alışkanlıklarında 'batılılaşma' gözlemlenmektedir (Bach-Faig et al., 2011). "Batı tarzı diyet" kavramı, yüksek miktarda doymuş yağ, rafine karbonhidrat ve yüksek enerji içeriğine sahip bir beslenme düzenini ifade etmektedir. Kırmızı et, işlenmiş et ürünleri, rafine tahıllar ve yüksek karbonhidrat batı tarzı diyetin temel dayanağını oluştururken; meyve, sebze, kuru baklagiller, balık, deniz ürünleri ve tam tahıl ürünleri genellikle yetersiz tüketilmektedir (Aslam & Varani, 2016).

Bu çalışmada, öğün modeli yaklaşımı kullanılarak Akdeniz diyeti ve Batı tarzı diyete uygun standardize edilmiş test öğünlerinin postprandiyal dinlenme enerji harcamasına (DEH) katkısının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## ARAŞTIRMA

Bu çalışma Haziran 2019 – Mart 2020 tarihleri arasında, 19-45 yaş aralığında, normal vücut ağırlığında [beden kütle indeksi (BKİ): 20.0-24.9 kg/m<sup>2</sup>] olan sağlıklı 11 kadın birey ile yürütülmüştür. Araştırmaya katılan tüm bireylere randomize olarak standardize edilmiş Akdeniz diyetine uygun (AD) öğün ve Batı tarzı diyete (BD) uygun test öğünleri verilmiştir. Her iki test öğünü arasında 2 haftalık arındırma periyodu bırakılmıştır.

DeneySEL tipte olan bu araştırma randomize, çapraz kontrollü bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Araştırmanın 'Etik Kurul Onayı' Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır (Sayı:24074710-06).

Çalışmaya dahil olmayı kabul eden bireyler çalışma hakkında önceden bilgilendirilerek 'Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu' okutulmuş ve imzalatılmıştır. Bireyler ile bir kez ön görüşme, iki kez test seansını gerçekleştirmek üzere toplam üç kez görüşme yapılmıştır. Ön görüşmeden bireylerin demografik özellikleri, beslenme alışkanlıkları ve fiziksel aktivite düzeyleri araştırmacılar tarafından hazırlanan anket ile sorgulanmıştır. Bireylerin antropometrik ölçümleri (vücut ağırlığı, boy uzunluğu) alınmış ve vücut bileşimi analizi yapılmıştır. Bireylerden çalışma süresince haftada 150 dakika ve üzeri fiziksel aktivite yapmamaları, normal beslenme düzenlerine ve fiziksel aktivitelerine devam etmeleri istenmiştir. Bireylerin fiziksel aktivite düzeylerinin belirlenmesinde Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi-kısa formu (International Physical Activity Questionnaire, IPAQ-short form) kullanılmıştır. Fiziksel aktivite düzeyi, metabolik eş değeri (metabolic equivalent, MET) değerleriyle hesaplanmıştır.

Bireylerden 12 saat gece açlığı ile sabah saat 08.00'de araştırma merkezine gelmeleri istenmiştir. Bireyler 20 dakika uzanarak dinlendikten sonra araştırmacı tarafından dinlenme enerji harcaması

ölçümü yapılmıştır. Ardından bireylere randomize olarak test öğünleri verilip 15-20 dakika içerisinde tüketmeleri istenmiştir. Öğün tüketimi tamamlandıktan sonra 30., 120. ve 240. dakikalarda postprandiyal dinlenme enerji harcaması ölçümleri tekrarlanmıştır. Ölçümler indirekt kalorimetre (Cosmed, Fitmate Pro) ile yapılmıştır. Bireyler test seansı süresince 4 saat oturur veya uzanır şekilde dinlenme durumunu sürdürmüşlerdir. Bu süreçte bireylerin sadece istedikleri miktarda (ad libitum) su tüketimine izin verilerek, başka herhangi bir besin ya da içecek tüketmelerine izin verilmemiştir. Her iki test seansında aynı protokol izlenmiştir.

Akdeniz diyetine uygun öğün fırında pişirilmiş somon balığı, salata (domates, marul, roka, haşlanmış nohut, balzamik sirke, zeytinyağı) ve hardaliye içeceğinden oluşurken, Batı tarzı diyetine uygun öğün; hamburger, patates kızartması ve meyve suyu (eklenmiş şeker içeren) olarak planlanmıştır.

İzokalorik olarak planlanan öğünlerin enerji, makro ve mikro besin öğeleri "Bilgisayar Destekli Beslenme Programı, Beslenme Bilgi Sistemleri Paket Programı 8.2 (BeBiS)" kullanılarak analiz edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Öğünlerinin enerji ve makro besin öğeleri içerikleri

| Enerji ve besin öğeleri | AD öğün | BD öğün |
|-------------------------|---------|---------|
| Enerji (kkal)           | 1122,8  | 1116,4  |
| Karbonhidrat (g)        | 140,9   | 132,1   |
| Karbonhidrat (%)        | 51      | 49      |
| Protein (g)             | 54,3    | 29,9    |
| Protein (%)             | 20      | 11      |
| Toplam yağ (g)          | 36,9    | 50,4    |
| Yağ (%)                 | 29      | 40      |
| DYA (g)                 | 6,9     | 11,7    |
| DYA (%)                 | 5,5     | 9,5     |
| TDYA (g)                | 19,4    | 15,7    |
| TDYA (%)                | 15,5    | 12,6    |
| ÇDYA (g)                | 9,1     | 17,6    |
| ÇDYA (%)                | 7,3     | 14,1    |

\* *DYA: doymuş yağ asitleri, TDYA: tekli doymamış yağ asitleri, ÇDYA: çoklu doymamış yağ asitleri, AD: Akdeniz diyeti, BD: Batı tarzı diyet*

### İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi SPSS 21.0 sürümünde yapılmıştır. Tanımlayıcı olarak nicel değişkenler için ortalama±standart sapma verilmiştir. Bağımlı iki nicel değişken arasında fark olup olmadığına, normal dağılım varsayımları sağlanıyorsa Paired-t testi, sağlanmıyorsa Wilcoxon İşaret testi kullanılarak bakılmıştır. İki'den fazla nicel değişken arasındaki farka ise Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi kullanılarak bakılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

### BULGULAR

Bu çalışma 11 sağlıklı kadın birey ile yürütülmüştür. Çalışmaya katılan bireylerin yaş ortalaması 27,5±6,55 yıldır. Bireylerin vücut ağırlığı ortalama 59,1±5,86 kg ve boy uzunluğu 164,0±7,43 cm'dir. Bireylerin BKİ ortalaması 21,8±1,56 kg/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

Bireylerin AD öğün tüketimi öncesi %45'i inaktif; %54,5'i minimum aktif kategorisinde yer almaktadır ve MET ortalaması 964,4±809,36'dir. Bireylerin BD öğün tüketimi öncesinde ise %54,5'i inaktif;

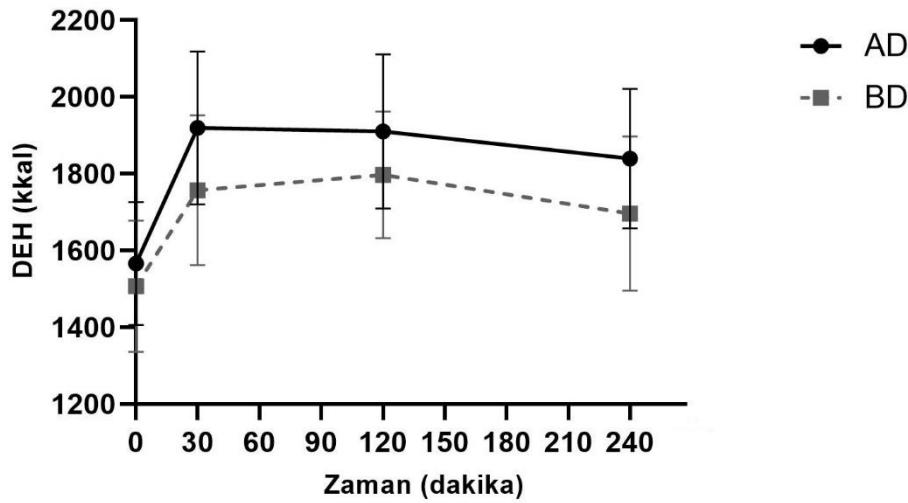
%45,5'i minimum aktif kategorisinde yer almaktadır ve fiziksel aktivite düzeyi ortalama  $929,5 \pm 686,99$  MET değerindedir. Her iki grupta da aktif kategorisinde yer alan birey yoktur. Test ögünleri öncesi bireylerin fiziksel aktivite düzeyi bakımından anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ).

Tablo 2'de bireylerin DEH ölçümlerinin postprandiyal zamanlarda (30.dk, 120.dk ve 240.dk) başlangıç düzeyine (0.dk) göre farkının ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Bireylerin AD öğün tüketimi sonrası DEH ölçümünde artış görüldüğü ve bu artışın 30.dk, 120.dk ve 240.dk'larda başlangıç düzeyine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). Benzer şekilde BD öğün tüketimi sonrası 0.dk'dan 30.dk'ya, 0.dk'dan 120.dk'ya ve 0.dk'dan 240.dk'ya olan artış eğilimindeki fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (sırasıyla  $p = 0,001$ ,  $p < 0,0001$ ,  $p < 0,0001$ ). Zamanlar arası farkın ortalama değerlerinin her saatte AD öğününde BD öğününe göre daha yüksek olması dikkat çekicidir. Her iki öğün tüketimi sonrası DEH değişimindeki fark genel zamanlar arasında da anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,0001$ ). Zamanlar arası değişim grafiği Şekil 1'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Akdeniz diyetine ve Batı tarzı diyete uygun öğün modelleri postprandiyal DEH değerlerinin zamana göre değişimleri

| DEH | Postprandiyal zaman  |        |                       |        |                       |        |        |
|-----|----------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|--------|
|     | 30- 0.dk (Başlangıç) |        | 120- 0.dk (Başlangıç) |        | 240- 0.dk (Başlangıç) |        | p*     |
|     | $\bar{X} \pm SS$     | p      | $\bar{X} \pm SS$      | p      | $\bar{X} \pm SS$      | p      |        |
| AD  | 350,64 $\pm$ 45,27   | <0,001 | 343,91 $\pm$ 35,99    | <0,001 | 273,273 $\pm$ 44,68   | <0,001 | <0,001 |
| BD  | 250,01 $\pm$ 54,52   | 0,001  | 290,36 $\pm$ 42,30    | <0,001 | 189,82 $\pm$ 38,32    | 0,001  | <0,001 |

ANOVA,  $p < 0,05$ , p\*: zamanlar arası genel p değeri



Şekil 1. Öğün tüketimleri sonrası DEH değerinin zamana göre değişim grafiği

## TARTIŞMA

Besinlerin termik etkisinin yoğunluğu ve süresi, tüketilen besin miktarı ve bileşimi ile doğrudan ilişkilidir (Blasco Redondo, 2015). Bu çalışmada, en yüksek DEH ortalama değeri, AD öğünü tüketimini takiben 30.dk'da, BD öğünü tüketimini takiben ise 120.dk'da görülmüştür. İkinci saatten (120.dk) sonra ise her iki öğün tüketimi sonrası postprandiyal DEH azalma eğiliminde olsa da, 240.dk sonunda halen başlangıç seviyesine düşmemiştir (Şekil 1).

Öğün ile indüklenen termojenez hem öğünün enerji içeriğinin hem de makro besin ögesi içeriğinin etki ettiği bilinmektedir (Quatela, Callister, Patterson, & MacDonald-Wicks, 2016). Literatürde öğünün

enerji içeriği artışının öğün ile indüklenen termojenezi artırdığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Hill, Heymsfield, McMannus, & DiGirolamo, 1984; Kinabo & Durnin, 1990; Martin et al., 2000). Bu çalışmada öğünler izokalorik olarak planlandığından, enerji içeriğinin termojeneze etkisinin her iki öğün tüketimi için benzer olduğu kabul edilmektedir.

Besin tüketimine bağlı termojenezdeki artış karbonhidratlar için %5-10, yağlar için %0-5 ve proteinler için %20-30 şeklinde değişiklik göstermektedir. Proteinlerin termojeneze etkisi en fazla olan besin ögesi olduğu bilinmektedir (Blasco Redondo, 2015). Yapılan bir meta-analiz çalışmasında, öğünün protein içeriğinin diğer besin ögelerine kıyasla postprandiyal DEH üzerine etkisinin daha fazla olduğu ve protein miktarı arttıkça öğüne bağlı termojenezin arttığı saptanmıştır (Westerterp, 2004). Benzer şekilde, Raben ve ark. (Raben, Agerholm-Larsen, Flint, Holst, & Astrup, 2003) izokalorik fakat besin ögesi bilişimi farklı üç test öğününün [yüksek yağ (%64,6), yüksek protein (%31,8) ve yüksek karbonhidrat (%65,4)] termojenik etkisini araştırdıkları çalışmada, termojenezi en çok artıran öğünün yüksek protein içeren öğün olduğunu saptamışlardır. İzokalorik ve yağdan gelen enerji miktarı aynı olan iki test öğünü ile yapılan bir başka çalışma sonucu da diyetin proteinden gelen enerji oranı arttıkça termojenezin arttığı görüşünü desteklemektedir (Petzke & Klaus, 2008). Normal vücut ağırlığına sahip sağlıklı kadınlar ile yapılan bir çalışmada, yüksek protein ve yüksek yağ içeren öğünün yüksek protein ve düşük yağ içeren öğüne kıyasla kısa dönemde metabolik avantajının daha yüksek olduğu saptanmıştır (Riggs, White, & Gropper, 2007). Bu çalışmada AD diyeti öğününün proteinden gelen enerji oranının (%20) BD öğününden (%10) yüksek olmasının, oluşan daha yüksek termojenik farka katkı sağladığı söylenebilir.

Öğünün yağ içeriğinin termojenik etkiye katkısının araştırıldığı çapraz kontrollü bir çalışmada, 14 sağlıklı erkeğin yüksek yağlı (%70 enerji) ve düşük yağlı (%20 enerji) izokalorik öğün tüketimi sonrası 3,5 saat süresince enerji harcaması ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda düşük yağlı öğünün termojenik etkisinin, yüksek yağlı öğüne kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur (Nagai, Sakane, & Moritani, 2005). Westerterp ve ark (Westerterp, Wilson, & Rolland, 1999) yüksek protein ve karbonhidrat içeren bir öğünün (%60 karbonhidrat, %10 yağ, %30 protein), yüksek yağlı diyet (%30 karbonhidrat, %60 yağ, %10 protein) kıyasla termik etkisinin önemli derecede daha fazla olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda öğünün yağ içeriğinin termojeneze olan etkisinin düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada da bu etkinin düşük olduğu söylenebilir.

Öğünün yağ miktarının yanı sıra yağ asidi profilinin de termojeneze etki edeceği hipotezi ile erkek bireyler ile yapılan bir çalışmada, doymamış yağ asitleri miktarı yüksek olan öğünlerin [(%30,8 tekli doymamış yağ asitleri (TDYA), %33,3 çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA)] tüketimi sonrası termojenezdeki artış, doymuş yağ asidi (DYA) miktarı yüksek olan öğün (%31,9) tüketimine kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunurken TDYA ve ÇDYA arasında ise bir fark kaydedilmemiştir (Casas-Agustench et al., 2009). Bu çalışma ile benzer örneklem grubuna sahip bir başka çalışmada ise premenopozal, normal vücut ağırlığına sahip sağlıklı kadınlarda ÇDYA'nin, TDYA ve DYA'e göre termojenezi daha fazla artırdığı saptanmıştır. Çalışmada test öğünlerinin yağdan gelen toplam enerji oranı %70, yağ asidi örüntüleri ise her bir test öğününde sırasıyla %40,4 doymuş yağ asitleri, %42,4 TDYA ve %42,3 ÇDYA olarak planlanmıştır (Clevenger, Kozimor, Paton, & Cooper, 2014). Bu çalışmada AD ve BD öğün modellerinde yağ asitleri kompozisyonunda farklılıklar olsa da, bu fark yalnızca yağ asitlerinin etkisinin değerlendirildiği çalışmalardaki kadar yüksek değildir. Bu nedenle bu çalışmada yağ asidi kompozisyonunun termojenez farkına katkısının daha az olduğu düşünülmektedir. Literatürdeki bu bilgiler ışığında, yüksek protein, düşük yağ ve yağ asidi profili olarak da düşük doymuş yağ ve yüksek TDYA içeren öğün örüntülerinin, termojeneze katkısının daha fazla olduğu söylenebilir. Bu çalışmada AD öğün örüntüsü bu profil ile uyumludur. Buna dayanarak AD öğün tüketimi sonrası, BD öğününe kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek fark oluşması literatür ile uyumludur.

Besinlerin termik etkisinin toplam enerji harcamasına katkısı yaklaşık %10'dur (Blasco Redondo, 2015). Düşük bir katkı gibi görünse de enerji dengesinin sürdürülmesinde öğün ile indüklenen termojenez önemlidir. Diyete bağlı termojenezdeki küçük değişikliklerin bile uzun vadede vücut ağırlığı ve/veya vücut kompozisyonu üzerinde önemli etkileri olabileceği ileri sürülmektedir. Spesifik olarak, 10-20 kkal/gün şeklindeki diyet enerji artışının yılda 0,5-1 kg vücut ağırlığı artışına neden olabileceği öne sürülmüştür (Lean & Malkova, 2016). Bu nedenle, termojenezde oluşan küçük farklılıklar vücut ağırlığının korunumu ve ağırlık artışının önlenmesi üzerinde bir etkiye sahip olabilir. Lean ve ark (Lean

& Malkova, 2016) toplam enerji harcamasındaki bu azalmanın obezite riski ile ilişkisinin göz ardı edilmemesini önermektedir.

## SONUÇ

Sonuç olarak Batı tarzı diyeteye uygun öğün tüketiminin toplam enerji harcamasına katkısının, Akdeniz diyetine uygun öğün tüketimine kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür. Akdeniz diyetine uygun beslenmenin termojenezde daha fazla katkı sağlayabileceği söylenebilir. Bununla birlikte Batı tarzı beslenmenin, yüksek enerji içeriğinin yanı sıra, düşük termojenik etkisi ile uzun dönemde obezite için bir risk faktörü olarak değerlendirilmesi gerektiği önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Aslam, M., & Varani, J. (2016). The western-style diet, calcium deficiency and chronic disease. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(496), 1-6.
- Bach-Faig, A., Berry, E. M., Lairon, D., Reguant, J., Trichopoulou, A., Dernini, S., . . . Serra-Majem, L. (2011). Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates. *Public Health Nutrition*, 14(12A), 2274-2284. doi:10.1017/s1368980011002515
- Blasco Redondo, R. (2015). Resting energy expenditure; assessment methods and applications. *Nutricion Hospitalaria*, 31 (Suppl 3), 245-254. doi:10.3305/nh.2015.31.sup3.8772
- Casas-Agustench, P., López-Uriarte, P., Bulló, M., Ros, E., Gómez-Flores, A., & Salas-Salvadó, J. (2009). Acute effects of three high-fat meals with different fat saturations on energy expenditure, substrate oxidation and satiety. *Clinical Nutrition*, 28(1), 39-45. doi:10.1016/j.clnu.2008.10.008
- Clevenger, H. C., Kozimor, A. L., Paton, C. M., & Cooper, J. A. (2014). Acute effect of dietary fatty acid composition on postprandial metabolism in women. *Experimental Physiology*, 99(9), 1182-1190. doi:10.1113/expphysiol.2013.077222
- Davis, C., Bryan, J., Hodgson, J., & Murphy, K. (2015). Definition of the Mediterranean Diet; a literature review. *Nutrients*, 7(11), 9139-9153. doi:10.3390/nu7115459
- Devaraj, S., Wang-Polagruto, J., Polagruto, J., Keen, C. L., & Jialal, I. (2008). High-fat, energy-dense, fast-food-style breakfast results in an increase in oxidative stress in metabolic syndrome. *Metabolism*, 57(6), 867-870. doi:10.1016/j.metabol.2008.02.016
- Harrell, M., Ussery, E., Greene-Cramer, B., Ranjit, N., & Sharma, S. (2016). The influence of "westernization" on nutrition and physical activity behaviors of adolescents in New Delhi, India: Are we exporting an epidemic of obesity?, 6.
- Hill, J. O., Heymsfield, S. B., McMannus, C., III, & DiGirolamo, M. (1984). Meal size and thermic response to food in male subjects as a function of maximum aerobic capacity. *Metabolism* 33(8), 743-749. doi:10.1016/0026-0495(84)90216-6
- Kinabo, J. L., & Durnin, J. V. (1990). Thermic effect of food in man: effect of meal composition, and energy content. *British Journal of Nutrition*, 64(1), 37-44. doi:10.1079/bjn19900007
- Lean, M. E., & Malkova, D. (2016). Altered gut and adipose tissue hormones in overweight and obese individuals: cause or consequence? *International Journal of Obesity*, 40(4), 622-632. doi:10.1038/ijo.2015.220
- Martin, A., Normand, S., Sothier, M., Peyrat, J., Louche-Pelissier, C., & Laville, M. (2000). Is advice for breakfast consumption justified? Results from a short-term dietary and metabolic experiment in young healthy men. *British Journal of Nutrition*, 84(3), 337-344. doi:10.1017/s0007114500001616

- Nagai, N., Sakane, N., & Moritani, T. (2005). Metabolic responses to high-fat or low-fat meals and association with sympathetic nervous system activity in healthy young men. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 51(5), 355-360. doi:10.3177/jnsv.51.355
- O'Keefe, J. H., & Bell, D. S. (2007). Postprandial hyperglycemia/hyperlipidemia (postprandial dysmetabolism) is a cardiovascular risk factor. *American Journal of Cardiology*, 100(5), 899-904. doi:10.1016/j.amjcard.2007.03.107
- Petzke, K. J., & Klaus, S. (2008). Reduced postprandial energy expenditure and increased exogenous fat oxidation in young woman after ingestion of test meals with a low protein content. *Nutrition & Metabolism*, 5, 25-25. doi:10.1186/1743-7075-5-25
- Pingali, P. (2007). Westernization of Asian diets and the transformation of food systems: Implications for research and policy. *Food Policy*, 32(3), 281-298. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.08.001>
- Quatela, A., Callister, R., Patterson, A., & MacDonald-Wicks, L. (2016). The energy content and composition of meals consumed after an overnight fast and their effects on diet induced thermogenesis: a systematic review, meta-analyses and meta-regressions. *Nutrients*, 8(11). doi:10.3390/nu8110670
- Raben, A., Agerholm-Larsen, L., Flint, A., Holst, J. J., & Astrup, A. (2003). Meals with similar energy densities but rich in protein, fat, carbohydrate, or alcohol have different effects on energy expenditure and substrate metabolism but not on appetite and energy intake. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77(1), 91-100. doi:10.1093/ajcn/77.1.91
- Riggs, A. J., White, B. D., & Gropper, S. S. (2007). Changes in energy expenditure associated with ingestion of high protein, high fat versus high protein, low fat meals among underweight, normal weight, and overweight females. *Nutrition Journal*, 6(40), 1-8. doi:10.1186/1475-2891-6-40
- Uusitalo, U., Sobal, J., Moothoosamy, L., Chitson, P., Shaw, J., Zimmet, P., & Tuomilehto, J. (2005). Dietary Westernisation: conceptualisation and measurement in Mauritius. *Public Health Nutrition*, 8, 608-619. doi:10.1079/PHN2004716
- Westerterp, K. R. (2004). Diet induced thermogenesis. *Nutrition & Metabolism*, 1(1), 5. doi:10.1186/1743-7075-1-5
- Westerterp, K. R., Wilson, S. A., & Rolland, V. (1999). Diet induced thermogenesis measured over 24h in a respiration chamber: effect of diet composition. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 23(3), 287-292. doi:10.1038/sj.ijo.0800810

## ZnFe KAPLI KARBON ÇELİK YÜZEYİNDEKİ POLİ(N-ETİLANİLİN) FİLMİN ANTİKOROZİF DAVRANIŞI

ANTICORROSION BEHAVIOUR OF POLY(N-ETHYLANILINE) FILM ON ZnFe PLATED  
CARBON STEEL

**Abdurrahman AKDAĞ**

Harran Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, ORCID NO: 0000-0001-5292-8001

### ÖZET

Poli(N-etilanilin) filmi, 0.02 M N-etilanilin içeren 0.20 sodyum okzalot çözeltisinde dönüşümlü voltametri tekniği ZnFe alaşımı kaplı karbon çelik elektrot yüzeyine sentezlendi. Poli(N-etilanilin) filmi doğrusal taramalı voltametri, AC empedans spektroskopisi, anodik polarizasyon ve açık devre potansiyeli-zaman eğrileri ile karakterize edildi. Sonuçlar Poli(N-etilanilin) filmin ilk zamanlarda ZnFe kaplama yüzeyinde bariyer özellik sergilediği ancak uzun bekleme sürelerinde etkinliğini kaybettiğini gösterdi.

**Anahtar Kelimeler:** Poli (N-etilanilin), karbon çelik, korozyon

### ABSTRACT

Poly(N-methylaniline) film was synthesized with cyclic voltammetry technique from 0.02 M N-ethylaniline containing 0.20 M sodium oxalate solution on ZnFe plated carbon steel electrode. Poly(N-methylaniline) film characterized by linear sweep voltametry, AC impedance spectroscopy, anodic polarization and open circuit potential-time curves. The results showed that poly(N-ethylaniline) film provided barrier property on ZnFe coating in early times but it has lost effectiveness in long exposure times.

**Keywords:** Poly(N-ethylaniline), carbon steel, corrosion

### 1.GİRİŞ

Endüstride kullanılan yükseltgenebilir metallerin korozyona uğraması kaçınılmaz olduğundan bu metaller çinko, nikel, krom gibi metal veya metal alaşımları kaplanarak kullanılabilirlik süreleri artırılır [1-2]. Ancak bu metallerin yüzeylerinde oluşturulan kaplamalar da belirli bir süre sonra korozyona uğramaktadır. Bu durum metal veya metalik alaşım kaplı yükseltgenebilir metal yüzeylerinin de kaplanma ihtiyacını doğurmaktadır. Bunun için endüstri de metal kaplamaların yüzeyleri kromat veya fosfat kaplama ile kullanım süreleri uzatılmaktadır. Ancak bu üst katman tabakalar da belli bir süre sonra etkinliğini kaybetmektedir. İletken polimerler metal/alaşım kaplamalarının yüzeyine koruyucu tabaka sağlamak amacıyla son yıllarda araştırma çalışmalarında kullanılan materyallerdendir [3-8]. Bu çalışmada karbon çeliğinin (CS) önce ZnFe alaşımı ile kaplanması daha sonra kaplı olan bu yüzeye Poli(N-etilanilin) (PNEA) filmi sentezlenerek antikorozyon özelliğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

### 2. MATERYAL VE METOD

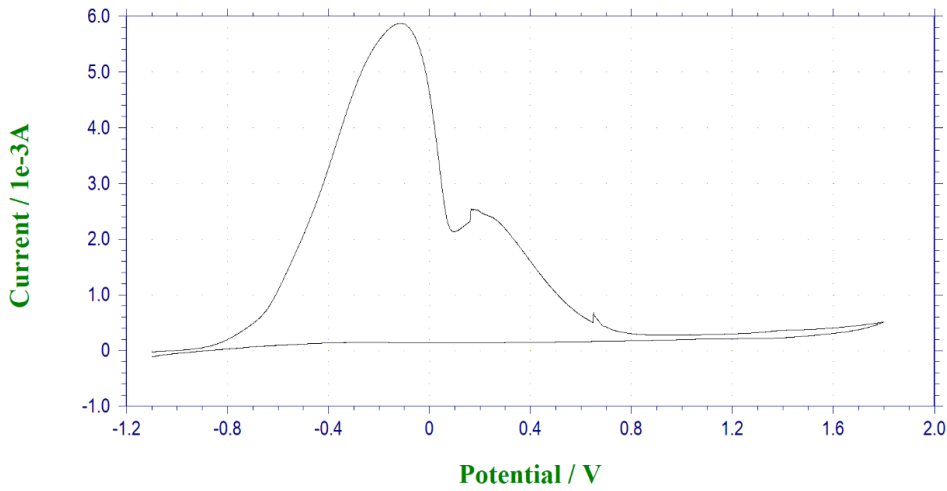
Elektrokimyasal çalışmalar CHI660E cihazı kullanılarak üç elektrot tekniği ile tek hücrede yapılmıştır. Karşı elektrot platin, referans elektrot ise Ag/AgCl'dir. ZnFe kaplama banyosunun pH'ı 4 olup banyo bileşimi kütlece % 23.14 ZnSO<sub>4</sub>, 10.93 FeSO<sub>4</sub>, 24.97 Na<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O, 15.98 H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 24.97 g/lisin



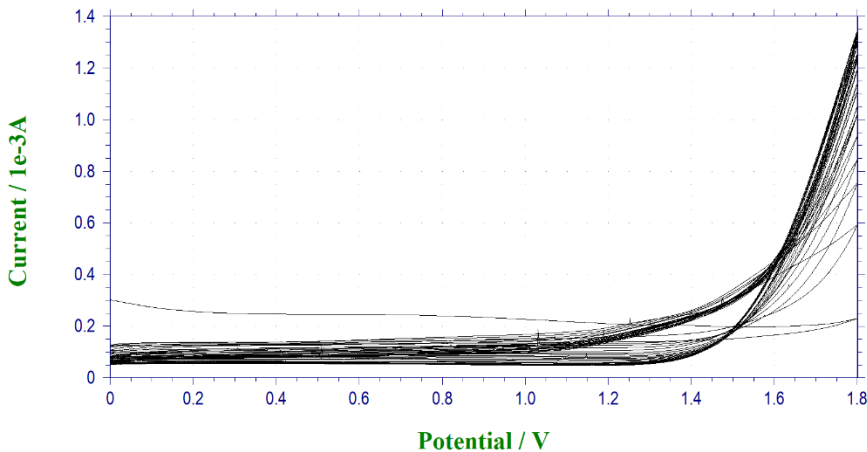
çermektedir [9]. Poli (N-etilanilin) sentezi 0.20 M sodyum okzalot çöztisinde dönüşümlü voltametri tekniğı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elektrotların empedans ölçümleri % 3,5'lik NaCl çöztisine daldırıldıktan sonra açık devre potansiyellerinin dengeye ulaşmasının ardından  $10^5$  Hz ile  $10^{-3}$  Hz frekans aralığında 7 mV genlik kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Açık devre potansiyeli-zaman ölçümleri sentezden sonra ölçüm ortamına daldırıldıktan hemen sonra alınmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

0.02 M N-etilanilin içeren 0.20 M sodyum okzalot çöztisindeki dönüşümlü voltammogram eğrileri Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 1'de -0.90 V ile 0.80 V potansiyel aralığında görülen pik oksidasyon/pasivasyon piki olup elektrot yüzeyindeki çinko ve demirin çözünmesi ve çözünen iyonların elektrolit çöztideki okzalot iyonlarıyla birleşmesi sonucu yüzeyin pasifleştiğini göstermektedir. Şekil 2 dar potansiyel aralığında sentez için elde edilen film gelişim eğrilerini göstermektedir.

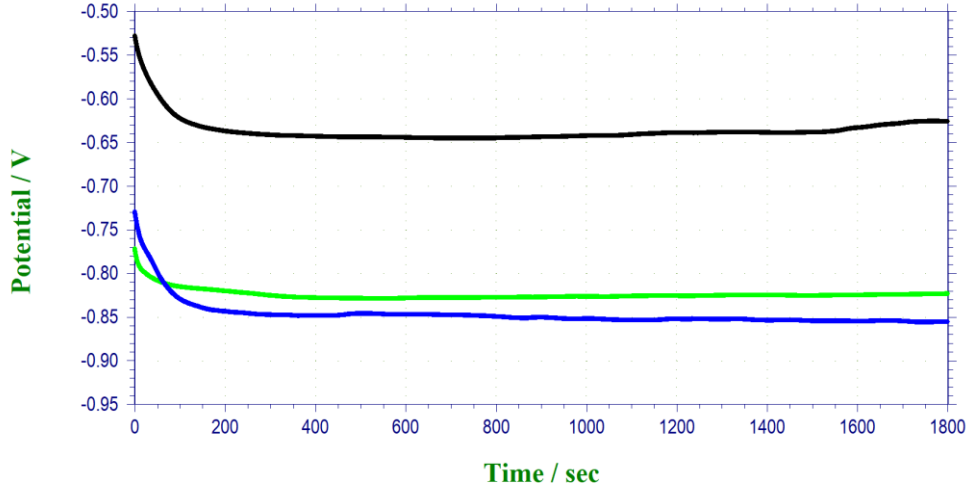


Şekil 1. ZnFe kaplı karbon çelik elektrodun 0.02 M N-etilanilin içeren 0.20 M sodyum okzalot çöztisindeki birinci voltammogram eğrisi



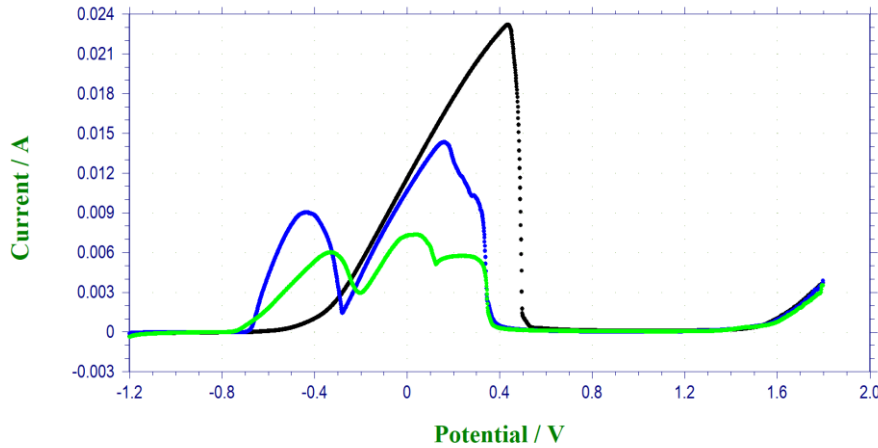
Şekil 2. ZnFe kaplı karbon çelik elektrodun 0.02 M N-etilanilin içeren 0.20 M sodyum okzalot çöztisindeki film gelişim eğrileri

CS, CS/ZnFe ve CS/ZnFe/PNEA elektrotların % 3,5'lik NaCl çözeltisine daldırıldıktan hemen sonra alınan açık devre potansiyeli-zaman eğrileri Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3'de yüzeyinde aktif çinko tabakası bulunan CS/ZnFe elektrodun açık devre potansiyeli değerleri CS elektroda göre daha düşüktür. CS/ZnFe/PNEA elektrodun açık devre potansiyeli değerleri CS/ZnFe elektroda göre daha yüksektir. Bu durum PNEA kaplamanın bariyer özelliğinin korozif ortama bırakıldıktan sonraki ilk zamanlarında etkin olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. CS, CS/ZnFe ve CS/ZnFe/PNEA elektrotların % 3,5'lik NaCl çözeltisindeki açık devre potansiyeli-zaman eğrileri

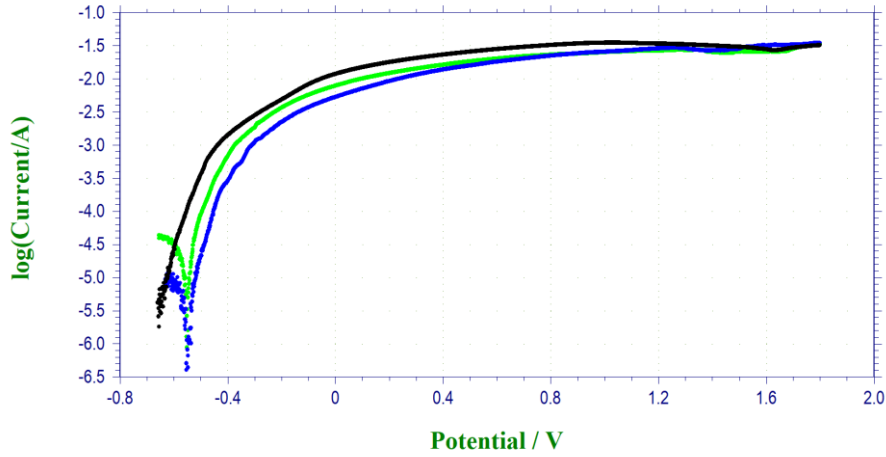
CS, CS/ZnFe ve CS/ZnFe/PNEA elektrotların doğrusal taramalı voltametri eğrileri Şekil 4'de verilmiştir. Şekil 4'deki eğrilerde CS/ZnFe için -0.50 V, CS/ZnFe/PNEA için yaklaşık -0.38 V'de görülen pikler çözünen çinkonun EDTA ile kompleks yapmasına karşılık gelen piklerdir. Bu pik CS elektrot için görülmemiştir. Bu durum kopolimer kaplı elektrodun altında metalik kaplamanın olduğunu göstermektedir. -0.40 ile 0.50 V arasındaki demirin EDTA ile kompleks oluşmasına karşılık gelen piklerde [10] en düşük akım CS/ZnFe/PNEA elektrot için görülmüş olması PNEA filmin bariyer özelliği ile ilişkilidir.



Şekil 4. CS, CS/ZnFe ve CS/ZnFe/PNEA elektrotların 0.05 M EDTA içeren 0.50 M sodyum sülfat çözeltisindeki doğrusal taramalı voltametri eğrileri

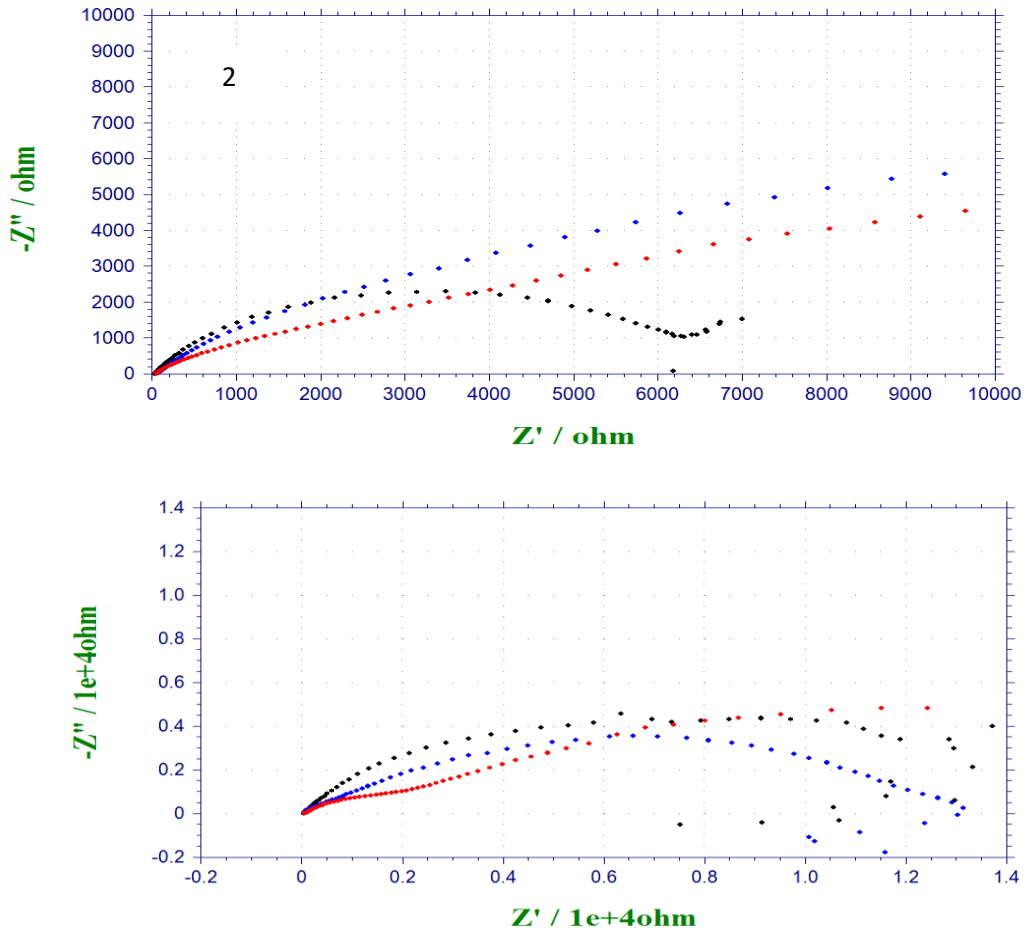
CS, CS/ZnFe ve CS/ZnFe/PNEA elektrotların korozif ortamda 168 saat bekledikten sonraki anodik polarizasyon eğrileri Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 5'deki anodik polarizasyon eğrilerinde CS/ZnFe/PNEA elektrodun akım değerlerinin CS elektrottan düşük, CS/ZnFe elektrottan ise yüksek, korozyon potansiyelinin ise CS elektrottan yüksek, CS/ZnFe elektrotla ise benzer değerlerde olduğu

görülmüştür. Bu durum PNEA filmin koruyucu özelliğini 168 saat sonunda kısmen yitirdiğini göstermektedir.



Şekil 5. CS, CS/ZnFe ve CS/ZnFe/PNEA elektrotların % 3.5'lik NaCl çözeltisinde 168 saat sonundaki anodik polarizasyon eğrileri

CS, CS/ZnFe ve CS/ZnFe/PNEA elektrotların Nyquist eğrileri Şekil 6'da verilmiştir. Bu eğrilerde 2 saatlik ölçüm sonunda CS/ZnFe/PNEA elektrodun polarizasyon direncinin diğer elektrotlardan daha yüksek olduğu görülmüştür. 168 saat sonunda ise CS/ZnFe/PNEA polarizasyon direncinin CS elektrottan yüksek olup CS/ZnFe elektroduyla benzer bir davranış sergilediği belirlenmiştir.



Şekil 6. CS, CS/ZnFe ve CS/ZnFe/PNEA elektrotların % 3.5'lik NaCl çözeltisinde 2 ve 168 saat sonundaki Nyquist eğrileri

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada PNEA kaplama dönüşümlü voltametri tekniği ile CS/ZnFe yüzeyine sentezlenmiştir. Sentezlenen PNEA filmin korozif çözeltide başlangıç zamanlarında etkin olduğu uzun bekleme sürelerinde ise koruyucu özelliğini yitirdiği tespit edilmiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Martins, J.I., Reis, T.C., Bazzaoui, M., Bazzaoui, E.A. and Martins, L. (2004), Polypyrrole coatings as a treatment for zinc-coated steel surfaces against corrosion, *Corrosion Science*, 46 (10), 2361-2381
- [2] Karahan, I. H., & Güder, H. S. (2009). Electrodeposition and properties of Zn, Zn–Ni, Zn–Fe and Zn–Fe–Ni alloys from acidic chloride–sulphate electrolytes. *Transactions of the IMF*, 87(3), 155-158.
- [3] Mert BD, Solmaz R, Kardas G, Yazıcı B, (2011). Copper/polypyrrole multilayer coating for 7075 aluminum alloy protection. *Progress in Organic Coatings*, 72 (4), 748-754
- [4] Akdag, A., Ozyilmaz, A.T. (2017). Poly(N-methylpyrrole) film on ZnNi plated carbon steel electrode. *Acta Chim. Slov.* 64, 312–318
- [5] Ozyilmaz, A. T., Akdag, A., Karahan, I. H., & Ozyilmaz, G. (2014). Electrochemical synthesis of polyaniline films on zinc-cobalt alloy deposited carbon steel surface in sodium oxalate. *Progress in Organic Coatings*, 77(4), 872-879.
- [6] Karahan, I.H. and Tilti, F. (2016), Electrodeposition and corrosive properties of environmental ZnFe/polyaniline on low carbon steel, *Acta Physica Polonica A*, 130 (1), 282-285
- [7] Sheng, N., Lei, Y., Hyonoo, A., Ueda, M. and Ohtsuka, T. (2014), Improvement of polypyrrole films for corrosion protection of zinc-coated AZ91D alloy, *Progress in Organic Coatings*, 77 (11), 1724-1734.
- [8] Ozyilmaz, A.T., Ozyilmaz, G., Karahan, I.H. (2016). The formation of passive layers on zinc based platings. *Acta Chim. Slov.* 63, 809–821.
- [9] Akdag, A., Ozyilmaz, G., Ozyilmaz, A.T. (2018). Poly(2-chloroaniline) and poly(aniline-co-2-chloroaniline) films on ZnFe alloy plating. *Anti-Corrosion Methods Mater.* 65, 580–586.
- [10] Bajat, J. B., Stanković, S., & Jokić, B. M. (2009). Electrochemical deposition and corrosion stability of Zn–Co alloys. *Journal of solid state electrochemistry*, 13(5), 755-762.

## KARBON ÇELİK YÜZEYİNDEKİ POLY(ANİLİN-co-O-ANİSİDİN-co-N-METİLPİROL)- TiO<sub>2</sub> NANOKOMPOZİT KAPLAMA

POLY(ANILINE -co-O-ANISIDINE -co-N-METHYLPYRROLE)-TiO<sub>2</sub> NANOCOMPOSITE  
COATING ON CARBON STEEL

**Abdurrahman AKDAĞ**

Harran Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, ORCID NO: 0000-0001-5292-8001

### ÖZET

Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> nanokompozit, 0.05 M anilin + 0.05 M o-anisidin + 0.05 M N-metilpirol + 0.1 g/L TiO<sub>2</sub> içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisinde dönüşümlü voltametri sentezlendi. Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub>, AC empedans spektroskopisi ve anodik polarizasyon eğrileri ile karakterize edildi. Korozyon test sonuçları poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> nanokompozitin korozyon ajanlarına karşı önemli bir bariyer özellik sergilediğini gösterdi.

**Anahtar Kelimeler:** Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol), TiO<sub>2</sub>, empedans

### ABSTRACT

Poly(aniline-co-o-anisidine-co-N-methylpyrrole)-TiO<sub>2</sub> nanocomposite was synthesized with cyclic voltammetry technique from 0.05 M aniline + 0.05 M o-anisidine + 0.05 M N-methylpyrrole + 0.1 g/L TiO<sub>2</sub> containing 0.30 M oxalic acid solution. Poly(aniline-co-o-anisidine-co-N-methylpyrrole)-TiO<sub>2</sub> characterized, AC impedance spectroscopy and anodic polarization curves. The Corrosion test results showed that Poly(aniline-co-o-anisidine-co-N-methylpyrrole)-TiO<sub>2</sub> nanocomposite exhibited significant barrier property against the attack of corrosive agents.

**Keywords:** Poly(aniline-co-o-anisidine-co-N-methylpyrrole), TiO<sub>2</sub>, impedance

### 1. GİRİŞ

İletken polimerler platin [1], bakır [2-3] ve çelik [4-10] gibi elektrotların yüzeyine elektrokimyasal olarak sentezlenebilirler. Elektrokimyasal yöntemle homopolimerler sentelenebildiği gibi kopolimer ve terpolimerler de sentezlenebilir. Son yıllarda polimer filmleri nanopartiküllerin varlığında sentezlenmesiyle elde edilecek kaplamaların koruyucu özelliklerinin artırılmasına yönelik çalışmalarda artış söz konusudur [11-12]. Bu çalışmada Karbon çelik (CS) elektrodun 0.05 M anilin + 0.05 M o-anisidin + 0.05 M N-metilpirol + 0.1 g/L TiO<sub>2</sub> içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisinde sentezlenip antikorozyon davranışının incelenmesi amaçlanmıştır.

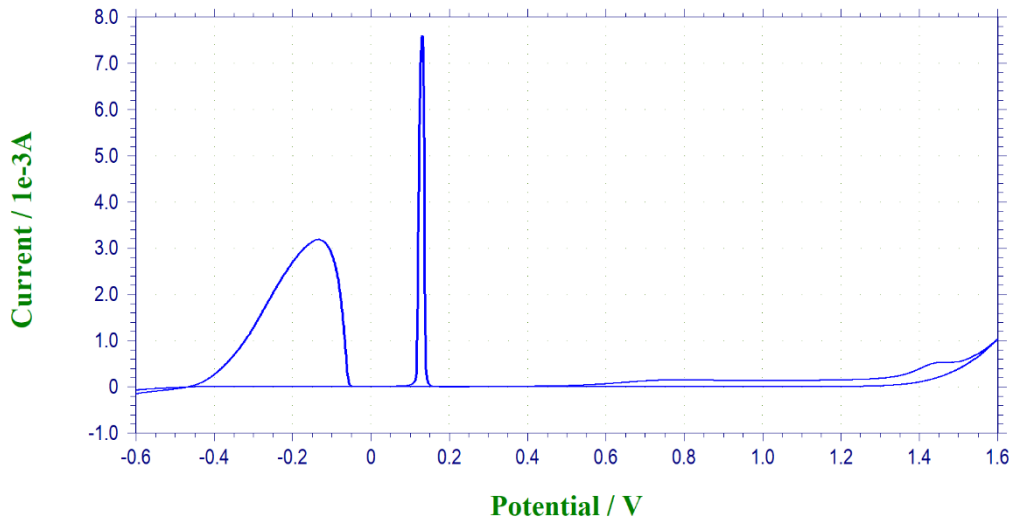
### 2. MATERYAL VE METOD

Elektrokimyasal çalışmalar CHI660E cihazı kullanılarak üç elektrot tekniği ile tek hücrede yapılmıştır. Karşı elektrot platin, referans elektrot ise Ag/AgCl'dür. Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> sentezi 0.05 M anilin + 0.05 M o-anisidin + 0.05 M N-metilpirol + 0.1 g/L TiO<sub>2</sub> içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisinde dönüşümlü voltametri tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elektrotların empedans ölçümleri % 3,5'lik NaCl çözeltisine daldırıldıktan sonra açık devre potansiyellerinin dengeye ulaşmasının ardından 10<sup>5</sup> Hz ile 10<sup>-3</sup> Hz frekans aralığında 7 mV genlik kullanılarak

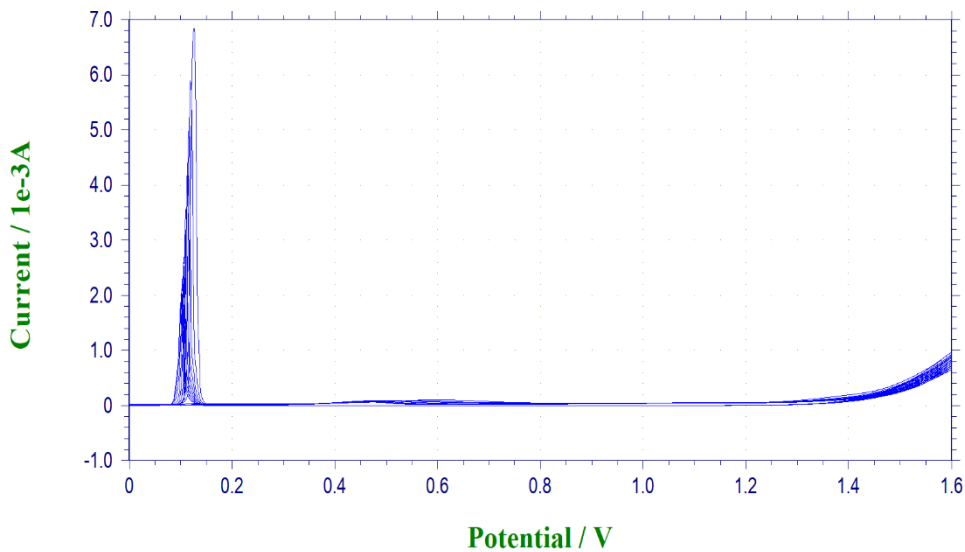
gerçekleştirilmiştir. Açık devre potansiyeli-zaman ölçümleri sentezden sonra korozif ortama daldırıldıktan hemen sonra alınmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Karbon çelik elektrodun 0.05 M anilin + 0.05 M o-anisidin + 0.05 M N-metilpirol + 0.1 g/L TiO<sub>2</sub> içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisinde voltammogram eğrileri Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 1’de -0.40 V ile 0.10 V potansiyel aralığında görülen pik oksidasyon/pasivasyon piki olup elektrot yüzeyindeki demirin çözünmesi ve çözünen iyonların elektrolit çözeltideki okzalik asit iyonlarıyla birleşmesi sonucu yüzeyin pasifleşmesine karşılık gelmektedir. 0.60 ile 1.50 V arasındaki akım artışları monomerlerin oksidasyonundan kaynaklanmaktadır. Geri tarama esnasında 0.10 ile 0.15 V arasında görülen keskin pik repasivasyon pikidir. Film gelişim eğrilerinde repasivasyon pik akım değerlerinin her bir taramadan sonra azaldığı görülmüş olup bu durum her taramadan sonra yüzeyin biraz daha kapandığına işaret etmektedir.

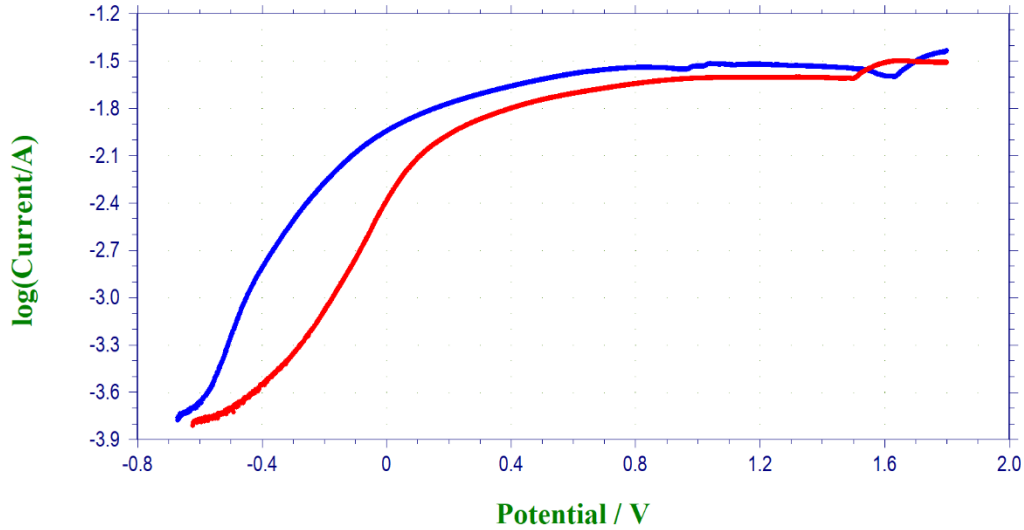


Şekil 1. Karbon çelik elektrodun 0.05 M anilin + 0.05 M o-anisidin + 0.05 M N-metilpirol + 0.1 g/L TiO<sub>2</sub> içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisinde birinci voltammogram eğrisi



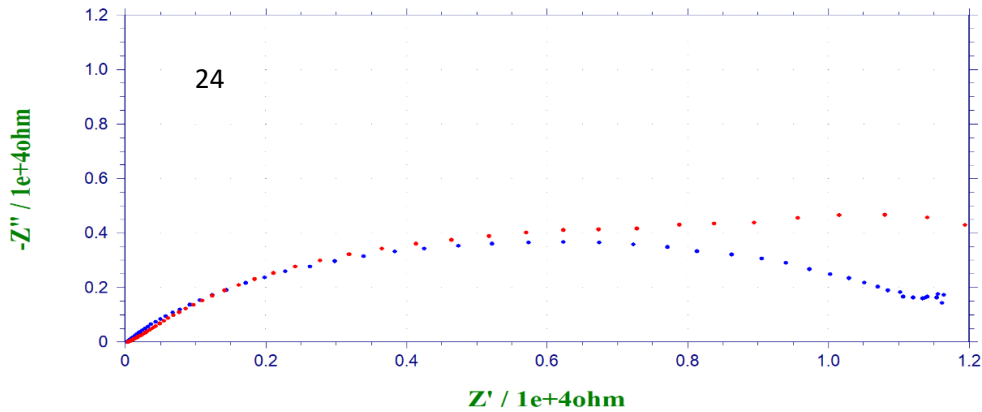
Şekil 2. Karbon çelik elektrodun 0.02 M N-etilanilin içeren 0.05 M anilin + 0.05 M o-anisidin + 0.05 M N-metilpirol + 0.1 g/L TiO<sub>2</sub> içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisinde film gelişim eğrileri

CS ve CS/Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> elektrotların korozif ortamda 96 saat bekledikten sonraki anodik polarizasyon eğrileri Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3'deki anodik polarizasyon eğrilerinde CS/Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> elektrodun akım değerlerinin CS elektrottan düşük olduğu görülmüştür. Bu durum Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> nanokompozitin koruyucu özelliğinin 96 saat sonunda da devam ettiğini göstermektedir.

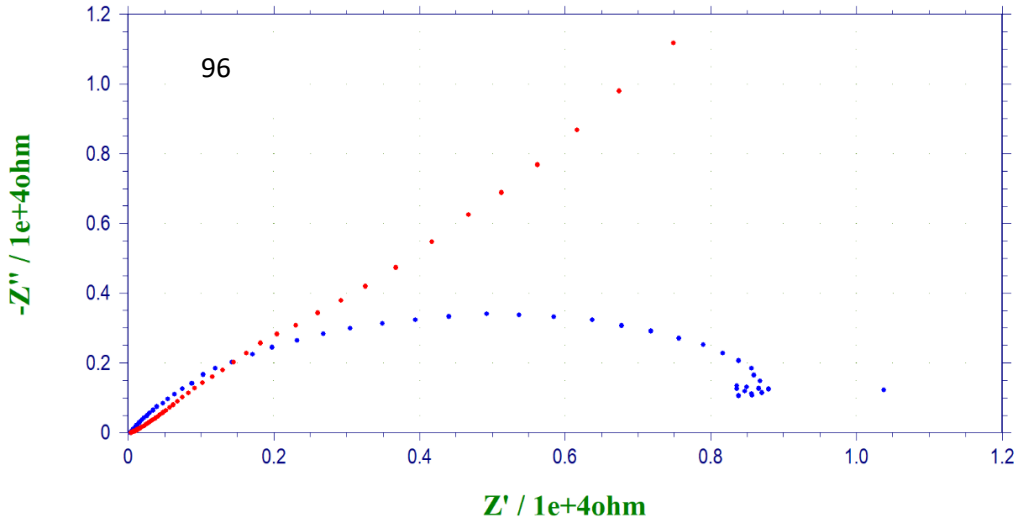


Şekil 3. CS ve CS/Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> elektrotların % 3.5'lik NaCl çözeltisinde 96 saat sonundaki anodik polarizasyon eğrileri

CS ve CS/Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> elektrotların Nyquist eğrileri Şekil 4'de verilmiştir. Bu eğrilerde 24 saatlik ölçüm sonunda CS/Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> elektrodun polarizasyon direnci CS elektroda yakın değerlerde iken 96 saat sonunda CS/Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> elektrot için alınan ölçümde yüksek bir korozyon direncine işaret eden warburg empedansı gözlenmiştir.



Şekil 4. CS ve CS/Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> elektrotların % 3.5'lik NaCl çözeltisinde 24 ve 96 saat sonundaki Nyquist eğrileri



Şekil 4. CS ve CS/Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> elektrotların % 3.5'lik NaCl çözeltisinde 24 ve 96 saat sonundaki Nyquist eğrileri

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> nanokompoziti dönüşümlü voltametri tekniği ile CS yüzeyine sentezlenmiştir. Sentezlenen Poly(anilin-co-o-anisidin-co-N-metilpirol)-TiO<sub>2</sub> nanokompozitin korozyon çözeltide uzun bekleme sürelerinde korozyon etmenlere karşı iyi bir koruyucu özellik sergilediği belirlenmiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Borole, D. D., Kapadi, U. R., Kumbhar, P. P., & Hundiwale, D. G. (2002). Influence of inorganic and organic supporting electrolytes on the electrochemical synthesis of polyaniline, poly (o-toluidine) and their copolymer thin films. *Materials Letters*, 56 (5), 685-691.
- [2] Duran, B., Bereket, G., Turhan, M. C., & Virtanen, S. (2011). Poly (N-methyl aniline) thin films on copper: Synthesis, characterization and corrosion protection. *Thin Solid Films*, 519 (18), 5868-5874.
- [3] Shabani-Nooshabadi, M., Mollahoseiny, M., & Jafari, Y. (2014). Electropolymerized coatings of polyaniline on copper by using the galvanostatic method and their corrosion protection performance in HCl medium. *Surface and Interface Analysis*, 46 (7), 472-479.
- [4] Santos Jr, J. R., Mattoso, L. H. C., & Motheo, A. J. (1998). Investigation of corrosion protection of steel by polyaniline films. *Electrochimica Acta*, 43 (3-4), 309-313.
- [5] Akdag, A., & Ozyilmaz, A. T. (2017). Poly (N-methylpyrrole) film on ZnNi plated carbon steel electrode. *Acta Chimica Slovenica*, 64 (2), 312-318.
- [6] Özyılmaz, A. T., Aydın, A. E., & Akdag, A. (2014). Anticorrosive properties with catalytic behaviour of primer PANI film and top PPy coating synthesised in presence of novel norephedrine based amino alcohol compound. *Transactions of the IMF*, 92 (1), 34-40.
- [7] Sivakumar, R., & Saraswathi, R. (2003). Redox properties of poly (N-methylaniline). *Synthetic metals*, 138 (3), 381-390.
- [8] Yağ'an, A., Pekmez, N. Ö., & Yıldız, A. (2005). Electropolymerization of poly (N-methylaniline) on mild steel: Synthesis, characterization and corrosion protection. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 578 (2), 231-238.



- [9] Akdag, A., Ozyilmaz, G., & Ozyilmaz, A. T. (2018). Poly (2-chloroaniline) and poly (aniline-co-2-chloroaniline) films on ZnFe alloy plating. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 65 (6), 580-586.
- [10] Li, X., & Zhitomirsky, I. (2012). Capacitive behaviour of polypyrrole films prepared on stainless steel substrates by electropolymerization. *Materials Letters*, 76, 15-17.
- [11] Ates, M., & Topkaya, E. (2015). Nanocomposite film formations of polyaniline via TiO<sub>2</sub>, Ag, and Zn, and their corrosion protection properties. *Progress in Organic Coatings*, 82, 33-40.
- [12] Zubillaga, O., Cano, F. J., Azkarate, I., Molchan, I. S., Thompson, G. E., Cabral, A. M., & Morais, P. J. (2008). Corrosion performance of anodic films containing polyaniline and TiO<sub>2</sub> nanoparticles on AA3105 aluminium alloy. *Surface and Coatings Technology*, 202 (24), 5936-5942.

## DETERMINATION OF THE EFFECT OF HUWA-SAN TR50 BIOCIDES ON *Legionella pneumophila* BACTERIA BY DIFFERENT METHODS

**Ipek ADA ALVER**

Asst. Prof., Institute of Graduate Studies in Science, Istanbul University, [orcid.org/0000-0003-4787-8171](https://orcid.org/0000-0003-4787-8171)

(Corresponding Author)

**Ayten KIMIRAN**

Prof. Dr., Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology, Section of Fundamental and Industrial Microbiology, [orcid.org/0000-0002-0210-2751](https://orcid.org/0000-0002-0210-2751)

### ABSTRACT

*Legionella* species bacteria are pathogenic bacteria that are present commonly in natural water and human-made water systems (cooling tower, shower head, air conditioners, spa, pools) with 52 species and 70 different serotypes and that causes Legionnaires' disease and Pontiac fever. *Legionella* bacteria can enter into viable but non-culturable (VBNC) phase due to environmental conditions such as starvation, temperature, pH, disinfectants, presence of other microorganisms in environment.

In the current study, it was aimed to determine the most suitable method for determination of the recovery of *L. pneumophila* bacteria from water samples contaminated with *L. pneumophila* bacteria exposed to different Huwa-San TR50 biocide concentrations (100 ppm and 200 ppm) and times (0, 1, 3, 6 and 24 hours). For this purpose, the effect of biocide on the recovery of *L. pneumophila* bacteria was evaluated by culture, fluorescent in situ hybridization (FISH) and semi-nested PCR methods.

At the end of the study, it was determined that the highest recovery was 0.41% in culture method and 100% to 200 ppm (0 hour) concentration by FISH method and it was determined that all samples were recovered by semi-nested PCR method.

It was determined that FISH and semi-nested PCR methods are suitable methods for the recovery of *L. pneumophila* bacteria that are subject to biocides at different concentrations and times from water samples.

**Keywords:** Biocide, FISH, *L. pneumophila*, Recovery, Semi-nested PCR.

### 1. INTRODUCTION

*Legionella* bacteria in the *Legionellaceae* family have 70 different serogroup and at least 52 species (Lam *et al.*, 2011). *Legionella* bacteria are present in nature and man-made water systems (shower heads, sprinklers, cooling towers, spas, swimming pools, humidifiers, drinking waters, vegetable irrigation devices, eye washing stations and dental unit waters) (Waak *et al.*, 2018, Lam *et al.*, 2011). *L. pneumophila* bacteria, which are rare in natural water environments, can reach high concentration levels under favorable ambient conditions when they switch to man-made water systems. In systems containing lower concentrations of *L. pneumophila*, its presence in water systems is not accepted even if it is in small numbers, as they have the potential to create infections by multiplying and have spreading *L. pneumophila* bacteria depending on the ambient conditions (Hamilton *et al.*, 2018). The human transmission of *Legionella* bacteria, which cause Legionnaires' disease and Pontiac fever occurs through inhalation and aspiration of contaminated aerosols (Perin *et al.*, 2017). In studies examining the recovery of *L. pneumophila* bacteria, it was determined that the recovery rate changes depending on the concentration of *L. pneumophila*, the methods used in its condensation (filtration or centrifuge), the volume of the water sample, environmental conditions, other microflora and biocide. *L. pneumophila* bacteria can reach high concentration levels in the system and colonize biofilms under favorable conditions; thus, even methods involving effective biocide applications can not destroy *Legionella*

bacteria. Since *Legionella* bacteria in the system after biocide application can lose their reproductive properties in medium by switching to the VBNC phase, it is necessary to use molecular methods such as semi-nested PCR, which is highly specific and especially by being least affected by PCR inhibitors, in addition to the cultural method in assessing the effect of a biocide on *Legionella* (Inoue *et al.*, 2019, Tesauro *et al.*, 2018). When the studies conducted on this subject were examined, it was determined that the biocide concentration and the exposure time applied before taking the sample from the system had effect on the recovery of *L. pneumophila* bacteria at water systems containing *L. pneumophila* bacteria exposed to biocide application. In this study, Huwa-San TR50, an oxidizing biocide containing hydrogen peroxide stabilized with active oxygen-based and colloidal silver, which is known to be effective against *Legionella* bacteria, was used. In this study, it was aimed at determining the most appropriate method for detecting *L. pneumophila* bacteria from drinking water samples contaminated with *L. pneumophila* bacteria exposed to Huwa-San TR50 biocide at different concentrations (100 ppm and 200 ppm) and times (0, 1, 3, 6 and 24 hours).

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Bacteria

In the current study, *L. pneumophila* Philadelphia 1 (ATCC 33152; American Type Culture Collection, Rockville, MD) standard strain and *L. pneumophila* Serogroup 1 (SG1) environmental isolate which has been isolated a previous study from water sources in Istanbul were used.

### 2.2. Preparation of Bacterial Inocula

*L. pneumophila* Philadelphia 1 (ATCC 33152; American Type Culture Collection, Rockville, MD) standard strain and *L. pneumophila* Serogroup 1 (SG1) environmental isolate were incubated at 37 °C for 4 days on Buffered Charcoal Yeast Extract (BCYE) agar. At the end of the incubation period, the fresh bacteria grown on BCYE agar were suspended in sterile drinking water to a concentration 10<sup>10</sup> cell per milliliter and their optical densities were measured at 600 nm. One ml was taken from this concentration and added to bottles containing 999 ml of sterile drinking water (final concentration 10<sup>8</sup> cell per liter) and used in the experiments. The number of bacteria was confirmed by plate counts.

### 2.3. The Methods Used to Recovery of *L. pneumophila* Bacteria Exposed to Biocide

#### 2.3.1. Biocide Concentration (ppm) and Exposure Times

The Huwa-San TR50 biocide was prepared in sterile demineralised water. Concentrations of 100 ppm and 200 ppm and the exposure times of 0, 1, 3, 6 and 24 hours were used in experiment (Table 1). At the end of the exposure times, 0.1 N sodium thiosulfate that 500 µl for 100 ppm and 1 ml for 200 ppm was added to each water sample to neutralize the effect of the biocide on *L. pneumophila* bacteria.

**Table 1.** The concentration of biocide (ppm) and exposure times used in this study.

| Bacteria  | Biocide concentration (ppm)/times |  |
|---|-----------------------------------|--|
| <i>L. pneumophila</i> ATCC 33152<br>Environmental <i>L. pneumophila</i> isolate | 100 ppm                           | } 0 <sup>th</sup><br>1 <sup>th</sup><br>3 <sup>th</sup><br>6 <sup>th</sup><br>24 <sup>th</sup> |
|   | 200 ppm                           |  |

<sup>th</sup>: hours

The recovery rates of *L. pneumophila* bacteria were determined using conventional culture, FISH and semi-nested PCR methods.

### 2.4. Recovery of *L. pneumophila* by Conventional Culture Method

The each of water samples contaminated with *L. pneumophila* bacteria at a concentration of 10<sup>8</sup> cell per liter were neutralized with 0.1 N sodium thiosulfate after exposure to Huwa-San TR50 biocide at different concentrations (100 ppm and 200 ppm) and times (0, 1, 3, 6 and 24 hours). Each sample exposed to biocide was thoroughly shaken and then filtered with a peristaltic pump through a 142 mm

diameter nylon membrane filter paper with 0.2 µm pore diameter. The nylon filter was folded in half with the bacteria-attached surface to the outside and placed in a nylon Stomacher bag containing 20 ml of sterile drinking water. The nylon filter was rubbed for 2 minutes for the bacteria on its surface to pass into the water. At the end of the period, the sample in the Stomacher bag was transferred to the Falcon tubes under sterile conditions. Serial dilutions ( $10^{-1}$ - $10^{-6}$ ) were made from the samples transferred to Falcon tubes and inoculated on BCYE Agar. All Petri dishes incubated in 5% CO<sub>2</sub> and 95% humidified environment for 3-14 days at 37 °C. After the 3rd day, it was counted the bacterial colonies that gray colour, glassy, mucoid and fluffy morphology and determined the number of *L. pneumophila* bacteria recovered per liter by culture method.

### **2.5. Recovery of *L. pneumophila* by FISH Method**

In this study, the recovery of *Legionella* bacteria has been determined by modifying the FISH method used by Manz et al. (1998). After the filtration, three ml of each sample containing *L. pneumophila* bacteria, which was exposed to Huwa-San TR50 biocide at different concentrations and times and neutralized with 0.1 N sodium thiosulfate, was added to 50% ethanol at a ratio of 1:1. All samples were centrifuged at 6000 g for 15-20 minutes and then washed twice with 1xPBS (phosphate buffer). 200 µl 1xPBS and 600 µl 4% paraformaldehyde (PFA) were added to each sample and it was incubated at +4 °C an overnight. At the end of the period, the samples were centrifuged for 5 minutes at 13000 rpm and washed 3 times with 1xPBS. 98% of ethanol was added at a rate of 1:1.25 (Manz et al., 1998; Pernthaler et al., 2001). 10 µl of sample was spread out in teflon lam wells and exposed in 50%, 80% and 96% ethanol series at 3 minutes, respectively After fixation, each of samples were suspended in 10 µl hybridization buffer and 2 µl LEG705 (Cy3 painted) probe in dark conditions. The samples were incubated at 46 °C for 24 hours. At the end of the period, it was incubated at 48 °C for 15 minutes after 2 µl DAPI was added to the samples in dark conditions. The samples on teflon lams were exposed to washing buffer [1M Tris-HCl (pH 8.0); 1 ml, 5M NaCl; 2250 µl, 0.5 M EDTA; 500 µl, bidistile water; 46 ml, 10% SDS; 50 µl]. It was incubated at 48 °C for 20 minutes and washed with cold sterile distilled water. All samples were examined at 365 nm for DAPI and at 535 nm for LEG 705 (5'-ATCTGACCGTCCCAGGT-3') probe on Epifloresan microscope (Nikon Eclipse 80i). *L. pneumophila* SG1 (ATCC 33152; American Type Culture Collection, Rockville, MD) bacteria adjusted to McFarland 1 ( $3 \times 10^8$  cell per ml) were used as positive control and sterile 1xPBS as a negative control. Using the following formula, the number of bacteria recovered per liter was calculated.

Number of bacteria / Liter = Average number of bacteria x (Well area / Photo area) x 1000

### **2.6. Recovery of *L. pneumophila* by Semi-Nested PCR Method**

#### **2.6.1. DNA Isolation**

The remaining 1.5 ml samples collected after filtration were transferred to sterile Eppendorf tubes for PCR method. For this purpose, DNA isolation was performed using the IDPURE™ Spin Column Bacteria Genomic DNA Isolation Kit (IDLabs) according to the manufacturer's protocols.

#### **2.6.2. The First Step PCR**

For the first step PCR, LEG 225 and LEG 858 primers were used as amplifiers enclosing a 654-bp fragment of the 16S rRNA gene (Table 2). Firstly, 25 µl 2x PCR Master Mix (Biomatic), approximately 100 ng each template DNA sample, 1 µl forward primer LEG 225, 1 µl reverse primer were mixed on Eppendorf tubes and the volume was completed to 50 µl with ultrapure water. The prepared samples were immediately placed on the Techne Thermal Cycler device. The conditions of the first and second steps used in semi-nested PCR are given in Table 3.

#### **2.6.3. The Second Step PCR (Semi Nested PCR)**

For the second step PCR, LEG 448 and LEG 858 primers were used as amplifiers enclosing a 430 bp fragment of the 16S rRNA gene (Table 2). The first step PCR products were used as template for the second step PCR. For this purpose, a mixture of 25 µl 2x PCR Master Mix (Biomatic), 1 µl each the first step PCR product, 1 µl forward primer LEG 448, 1 µl reverse primer LEG 858 were prepared and the volume was completed to 50 µl with ultra-pure water. The prepared samples were immediately placed on the Techne Thermal Cycler device. The conditions of the first and second steps used in semi-nested

PCR are given in Table 3.

**Table 2.** Primers used in semi-nested PCR method.

| Primers     | Primer Sequence (5'-3') | Amplicon Size (bp) | Primer Bonding Temperature (°C) | Primer Reference              |
|-------------|-------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| LEG 225(F)  | AAGATTAGCCTGCGTCCGAT    | 654                | 64                              | Hsu <i>et al.</i> , 2015      |
| LEG 858(R)  | GTCAACTTATCGCGTTTGCT    | 654                | 64-66                           | Yong <i>et al.</i> , 2010     |
| LEG 448 (F) | GAGGGTTGATAGGTTAAGAGC   | 430                | 66                              | Miyamoto <i>et al.</i> , 1997 |
| LEG 858 (R) | GTCAACTTATCGCGTTTGCT    | 654                | 64-66                           | Miyamoto <i>et al.</i> , 1997 |

**Table 3.** First and second step semi-nested PCR conditions.

| PCR Steps           | Cycle              | Temperature(°C) | Times            |
|---------------------|--------------------|-----------------|------------------|
| The First Step PCR  | First denaturation | 1 cycle         | 95<br>90 seconds |
|                     | Denaturation       |                 | 95<br>10 seconds |
|                     | Annealing          |                 | 64<br>1 minute   |
|                     | Elongation         | 30 cycles       | 72<br>1 minute   |
|                     | Last elongation    |                 | 72<br>5 minutes  |
| The Second Step PCR | First denaturation | 1 cycle         | 95<br>90 seconds |
|                     | Denaturation       |                 | 95<br>30 seconds |
|                     | Annealing          |                 | 66<br>1 minute   |
|                     | Elongation         | 20 cycles       | 72<br>1 minute   |
|                     | Last elongation    |                 | 72<br>5 minutes  |

PCR-amplified DNA fragments were visualized using electrophoresis in 1% agarose gel at 110 V for 30 minutes by UV transilluminator (Kodak GL 1500).

### Statistical Analysis

The SPSS 17.0 program was used to determine whether the values were distributed normally and the statistical relationships between them. Post-Hoc test was used to determine whether there was a significant difference in the recovery rates of *L. pneumophila* bacteria exposed to biocides at different concentrations and durations by the culture method. For the same purpose, Kruskalwallis H test and Post-Hoc test were used to evaluate recovery rates by FISH method.

### 3. RESULTS

#### 3.1. Recovery Results of *L. pneumophila* by Culture Method

When the results of recovery were evaluated according to the culture method, it was determined that the highest recovery biocide concentration and time period was 200 ppm concentration at 0. hour with recovery rates of 0.41% for *L. pneumophila* ATCC 33152 bacteria and 0.40% for environmental *L. pneumophila* isolate. *L. pneumophila* bacteria could not be recovered from samples exposed to biocide at concentrations of 100 ppm and 200 ppm 24 hours. It was determined that the recovery rates of *L. pneumophila* bacteria decreased as the time and Huwa-San TR50 concentration increased (Table 4). When the results of recovery were evaluated according to the culture method, it was determined that there was no significant difference in recovery rates between Huwa-San TR50 biocide values in different concentrations and times ( $p > 0.05$ ).

**Table 4.** The recovery rates of *L. pneumophila* exposed to Huwa-San TR50 biocide at different concentrations and times by culture method.

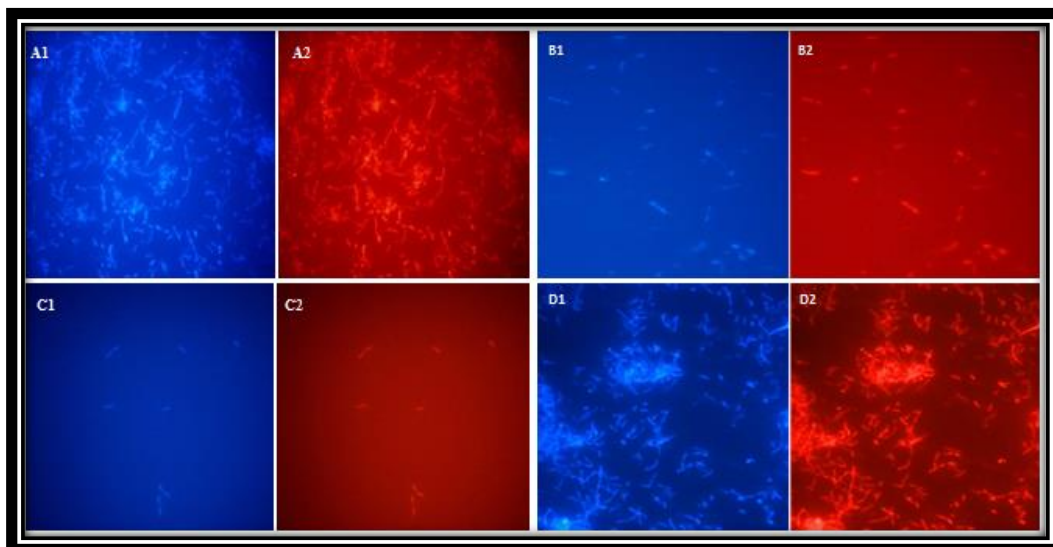
| Exposure                    | Concentration | Time | The count of <i>L. pneumophila</i> recovered ( $\log_{10}\text{cfu/L}$ ) $\pm$ SS |                       | The percentage of <i>L. pneumophila</i> recovered (%) |                       |
|-----------------------------|---------------|------|---|-----------------------|---|-----------------------|
|                             |               |      | ATCC 33152  | Environmental isolate | ATCC 33152  | Environmental isolate |
| Biocide concentration (ppm) | 100 ppm       | 0    | 5.1 $\pm$ 0.08  | 5.0 $\pm$ 0.01        | 0.18%   | 0.17%                 |
|                             |               | 1    | 2.5 $\pm$ 0.08  | 2.2 $\pm$ 0.03        | 0.0004%   | 0.0003%               |
|                             |               | 3    | 2.0 $\pm$ 0.04  | 1.8 $\pm$ 0.04        | 0.0001%   | 0.0001%               |
|                             |               | 6    | 1.6 $\pm$ 0.07  | 1.4 $\pm$ 0           | 0.00006%  | 0.00004%              |
|                             |               | 24   | 0   | 0                     | 0%  | 0%                    |
|                             | 200 ppm       | 0    | 5.4 $\pm$ 0.02  | 5.3 $\pm$ 0.05        | 0.41%   | 0.40%                 |
|                             |               | 1    | 2.7 $\pm$ 0.04  | 2.5 $\pm$ 0.07        | 0.0007%   | 0.0005%               |
|                             |               | 3    | 1.8 $\pm$ 0.05  | 1.7 $\pm$ 0.04        | 0.0001%   | 0.00009%              |
|                             |               | 6    | 1.7 $\pm$ 0.04  | 1.4 $\pm$ 0.06        | 0.00008%  | 0.00005%              |
|                             |               | 24   | 0   | 0                     | 0%  | 0%                    |
|                             | Kontrol       | -    | 7.8 $\pm$ 0.005   | 7.75 $\pm$ 0.005      |   |                       |

#### 3.2. Recovery Results of *L. pneumophila* by FISH Method

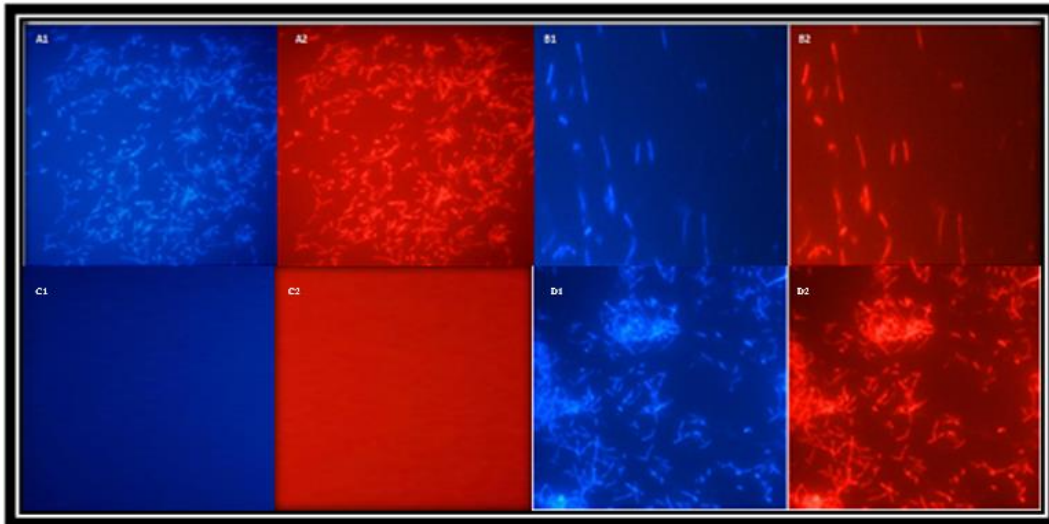
When the recovery rates of *L. pneumophila* bacteria from water samples contaminated with *L. pneumophila* bacteria exposed to Huwa-San TR 50 biocide at different times and concentrations were evaluated according to FISH method, the highest recovery biocide concentration and time period was 200 ppm concentration at 0. hour with recovery rates of 91.5% for *L. pneumophila* ATCC 33152 bacteria and 100% for environmental *L. pneumophila* isolate (Table 5). It was determined that the numbers of both *L. pneumophila* bacteria exposed to Huwa-San TR50 biocide for 0, 1 and 3 hours at 100 ppm and 200 ppm concentrations showed approximate values to control (Figure 1). It was determined that both *L. pneumophila* bacteria from samples exposed to 200 ppm biocide concentration for 24 hours could not be recovered by FISH method (Figure 2).

**Table 5.** The recovery rates of *L. pneumophila* exposed to Huwa-San TR50 biocide at different concentrations and times by FISH method.

| Exposure                    | Concentration | Time | The count of <i>L. pneumophila</i> recovered ( $\log_{10}$ cfub/L) $\pm$ SS |                       | The percentage of <i>L. pneumophila</i> recovered (%) |                       |
|-----------------------------|---------------|------|---|-----------------------|---|-----------------------|
|                             |               |      | ATCC 33152  | Environmental isolate | ATCC 33152  | Environmental isolate |
| Biocide concentration (ppm) | 100 ppm       | 0    | 6.78 $\pm$ 0.08   | 6.73 $\pm$ 0.06       | 82.8%   | 82.5%                 |
|                             |               | 1    | 6.60 $\pm$ 0.06   | 6.52 $\pm$ 0.02       | 54.2%   | 55%                   |
|                             |               | 3    | 6.34 $\pm$ 0.03   | 6.32 $\pm$ 0          | 18.6%   | 16%                   |
|                             |               | 6    | 5.84 $\pm$ 0  | 5.77 $\pm$ 0.03       | 9.3%  | 9.7%                  |
|                             |               | 24   | 4.84 $\pm$ 0  | 0                     | 0.93%   | 0%                    |
|                             | 200 ppm       | 0    | 6.83 $\pm$ 0  | 6.83 $\pm$ 0          | 91.5%   | 100%                  |
|                             |               | 1    | 6.72 $\pm$ 0.03   | 6.64 $\pm$ 0          | 71%   | 72.6%                 |
|                             |               | 3    | 6.32 $\pm$ 0  | 6.14 $\pm$ 0.06       | 30%   | 34.3%                 |
|                             |               | 6    | 5.99 $\pm$ 0.04   | 5.88 $\pm$ 0.05       | 10%   | 10.8%                 |
|                             |               | 24   | 0   | 0                     | 0%  | 0%                    |
|                             | Kontrol       | -    | 7.75 $\pm$ 0.07   | 6.87 $\pm$ 0.08       |   |                       |



**Figure 1.** Epifluorescence microscope image of the recovery results of environmental *Legionella pneumophila* isolate exposed to biocide at 100 ppm concentration by FISH method. A) 0th hour, B) 6 hours, C) 24 hours, D) Positive control. 1: DAPI painting image, 2: Coloring image with Leg 705 probe marked Cy3.

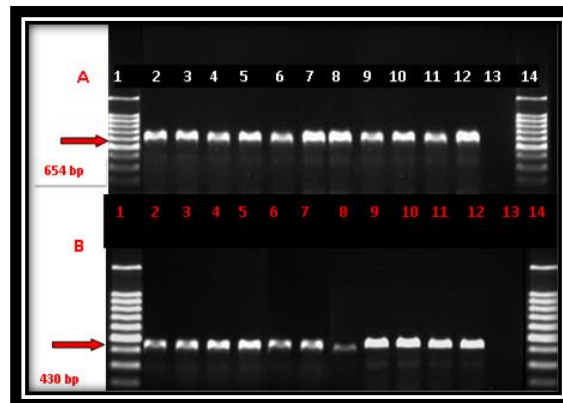


**Figure 2.** Epifluorescence microscope image of the recovery results of environmental *Legionella pneumophila* isolate exposed to biocide at 200 ppm concentration by FISH method. A) 0th hour, B) 6 hours, C) 24 hours, D) Positive control. 1: DAPI painting image, 2: Coloring image with Leg 705 probe marked Cy3.

When the recovery results of *L. pneumophila* bacteria exposed to biocide were evaluated according to the FISH method, it was determined that there was a significant difference in recovery rates between different concentrations and times ( $p \leq 0.05$ ).

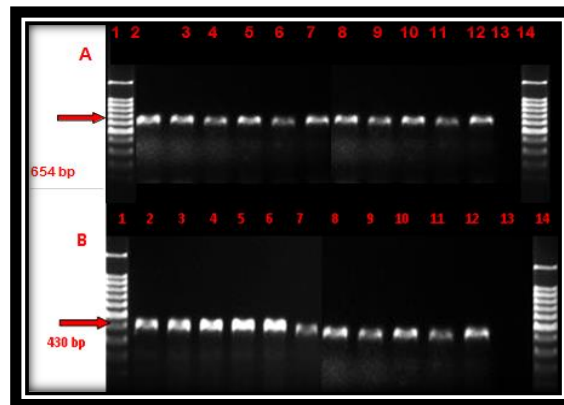
### 3.3. Recovery Results of *L. pneumophila* by Semi-nested PCR Method

When the recovery results of *L. pneumophila* bacteria exposed to Huwa-San TR50 biocide at different concentrations (100 ppm and 200 ppm) and times (0, 1, 3, 6 and 24 hours) were examined by the first and second step semi-nested PCR method, it was found that all samples (100%) at a concentration of  $10^6$  cell per liter were recovered (Figure 3 and 4, Table 6).



**Figure 3.** PCR product gel image of *L. pneumophila* bacteria recovered from contaminated water samples with standard *L. pneumophila* ATCC 33152 bacteria exposed to biocide at different concentrations and times. A: First step, B: Semi-nested PCR. 1)100 bp marker, 2) Positive control. 100 ppm; 3) 0th hour, 4) 1 hour, 5) 3 hours 6) 6 hours, 7) 24 hours, 200 ppm; 8) 0th hour, 9) 1 hour, 10) 3 hours, 11) 6 hours, 12) 24 hours, 13) Negative control, 14) 100 bp marker.





**Figure 4.** PCR product gel image of *L. pneumophila* bacteria recovered from water samples contaminated with environmental *L. pneumophila* isolate exposed to biocide in different concentrations and times. A: First step, B: Semi-nested PCR. 1) 100 bp marker, 2) Positive control, 100 ppm; 3) 0th hour, 4) 1 hour, 5) 3 hours 6) 6 hours, 7) 24 hours, 200 ppm; 8) 0th hour, 9) 1 hour, 10) 3 hours, 11) 6 hours, 12) 24 hours, 13) Negative control, 14) 100 bp marker.

**Table 6.** Recovery of *L. pneumophila* bacteria exposed to Huwa-San TR50 biocide at different concentrations and times by semi-nested PCR method.

| <i>L. pneumophila</i> | Concentration (ppm) | Times (hours) | First step PCR product | Semi-nested PCR product |
|-----------------------|---------------------|---------------|------------------------|-------------------------|
| ATCC 33152            | 100                 | 0             | +                      | +                       |
|                       |                     | 1             | +                      | +                       |
|                       |                     | 3             | +                      | +                       |
|                       |                     | 6             | +                      | +                       |
|                       |                     | 24            | +                      | +                       |
|                       | 200                 | 0             | +                      | +                       |
|                       |                     | 1             | +                      | +                       |
|                       |                     | 3             | +                      | +                       |
|                       |                     | 6             | +                      | +                       |
|                       |                     | 24            | +                      | +                       |
| Environmental Isolate | 100                 | 0             | +                      | +                       |
|                       |                     | 1             | +                      | +                       |
|                       |                     | 3             | +                      | +                       |
|                       |                     | 6             | +                      | +                       |
|                       |                     | 24            | +                      | +                       |
|                       | 200                 | 0             | +                      | +                       |
|                       |                     | 1             | +                      | +                       |
|                       |                     | 3             | +                      | +                       |
|                       |                     | 6             | +                      | +                       |
|                       |                     | 24            | +                      | +                       |

#### 4. CONCLUSION

It is necessary to select the most effective biocitin against *L. pneumophila* bacteria, which are commonly found in water samples and cause infection, and to disinfect the water systems immediately (Vadasarukkai *et al.*, 2019; Yamamoto *et al.*, 1992). When water samples containing *Legionella* bacteria exposed to biocide exposing are examined in a laboratory environment, it is known that colonies do not occur in medium specific to *Legionella* bacteria and these bacteria pass into the VBNC

phase. In this case, the absence of growth in the medium does not mean that the bacteria do not exist in that environment (Chae and Schraft, 2001). Therefore, it is insufficient to use only the culture method in evaluating the effect of a biocide on the control of *Legionella*.

In many studies evaluating the effect of biocide on *Legionella* in water systems, it was determined that the initial dose of biocides had a temporary effect on *Legionella* and *L. pneumophila* bacteria recovered quickly (Mouchtouri *et al.*, 2007; Saby *et al.*, 2005; Stout *et al.*, 2005; Thomas *et al.*, 2004). In studies, it has been determined that Huwa-San TR50 biocide has ability to eliminate the biofilm layer in drinking water piping systems, that no more chlorine is formed, the dissolved oxygen content increases and the density of microorganisms decreases after biocide exposing, significantly (Armon *et al.*, 2000; Pedahzur *et al.*, 2000). In a study, it was determined that excessive doses of chlorine used in disinfection caused the formation of residual chlorine, and after the exposing with Huwa-San TR50, no more chlorine was formed and the dissolved oxygen ratio increased. The effect of biocide on *L. pneumophila* bacteria depends on the concentration and the time of contact of of Huwa-San TR50 biocide and the exposure in stagnant or flowing water (Armon *et al.*, 2000). The Huwa-San TR50 biocide used in this study provides high level of disinfection, has a wide spectrum of action, is low cost, non-corrosive, and shows a high level of effect even at low doses. It can be easily used in hot and coldwater systems, tanks and pipe systems for disinfection as it does not leave residues in the environment. It is certified by the National Science Foundation (NSF), Confirmité European (CE) and the internationally recognized Control Union and has been approved for compliance as a drinking water cleaning chemical and has been determined to be effective even against *Legionella* bacteria in biofilm layer (Vadasarukkai *et al.*, 2019). In this study, concentrations of 100 and 200 ppm of Huwa-San TR50, an oxidized biocide, were used (Dodds *et al.*, 1999). When the recovery of *L. pneumophila* bacteria was evaluated according to the results of culture and FISH methods, it was determined that the recovery rate was higher in FISH method than in culture method. In the semi-nested PCR method, it was determined that the recovery of *L. pneumophila* bacteria could be made from all samples exposed to Huwa-San TR50 biocide in different concentrations and times. Although *Legionella* bacteria can be found in many environments, they are often reported to reproduce much faster in stagnant water sources and man-made water systems. In the studies, it has been observed that *Legionella* can survive for a long time in the protozoa and biofilm layer, develop resistance to many disinfectants and antimicrobial agents with resistance mechanisms and virulence factors developed against unfavourable environment conditions (Vatansever and Turetgen, 2021; van der Loo *et al.*, 2021). With the resistance mechanisms and pathogenity it develops, it is important in epidemiological studies, causes difficulties in infectious diagnosis and treatment and poses a Legionnaires' threat. The first step to prevent possible Legionnaires' outbreaks from environmental sources is to identify pathogenic microorganisms at the source of potential infection in a timely and appropriate methods. *Legionella* bacteria, which are intended to be isolated from different environmental samples, easily pass the VBNC phase under unfavourable environmental conditions, leading to misjudgments in detection and recovery by culture method. Therefore, it is recommended to use molecular methods in addition to the cultural method in the detection of environmental isolates (Dusserre, 2008). In the studies, it was determined that the culture method has disadvantages such as long review time, low sensitivity, microbial losses during detection, mixing of other microbial loads in the environment and easily contaminating the feeder, difficulties in specific isolation, inability to detect VBNC phase. In addition, PCR can detect both living and dead microorganisms in the environment, resulting in a high possible health risk (Delgado-Viscogliosi, 2009; Dusserre, 2008). On the other hand, environmental isolates that are recovered from water sources by PCR method can lead to false negative results by being affected by PCR inhibitors caused by cation, minerals or other residues carried from condensation to DNA extraction by pre-PCR filtration. Therefore, additional molecular methods such as DAPI/CTC painting or FISH are needed to differentiate between living and dead. However, when studying with molecular methods such as FISH and PCR, there may be difficulties in the recovery of very low concentration microorganisms (Batani *et al.*, 2019). In the studies, it has been reported that although the cultural method is known as the standard method, verification should be done with more than one molecular method, especially for isolation from environmental samples. For this reason, culture, FISH and semi-nested PCR methods with high sensitivity were used in the recovery of *Legionella* bacteria isolated from different sources in our study. Moreno *et al.* (2019) in their study

with a total of 55 water samples including 30 wastewater and 25 drinking water, the recovery rates were determined as 69% by FISH method, while 27.6% by culture method. Díaz-Flores *et al.* (2015) in their study, they examined the recovery rates of *Legionella* bacteria from water systems in the presence of biocide with culture, IMS and qPCR method and determined the recovery rates between the methods used as 58.3%, 83.3% and 91.7%, respectively. Similar to other studies, in our study, the recovery results of *L. pneumophila* bacteria from water samples contaminated with *L. pneumophila* bacteria exposed to different Huwa-San TR 50 biocide concentrations at different times were evaluated according to culture, FISH and semi-nested PCR methods. In our study, it was determined that the biocide concentrations and times that provided the highest recovery rate with culture method was at 200 ppm concentration and 0th hour, and the recovery rates were found to be 0.41% for *Legionella pneumophila* ATCC33152 bacteria and 4% for *Legionella pneumophila* environmental isolate. Similarly, when the results were evaluated according to the FISH method, it was determined that the recovery rates was 91.5% for *L. pneumophila* ATCC 33152 bacteria and 100% for environmental *L. pneumophila* isolate at the same biocide concentration and time. When the recovery results were compared according to the semi-nested PCR method, it was determined that it was 100% for both bacteria. It was determined that the highest recovery rate on water samples exposed to Huwa-San TR 50 biocide at different concentrations (100 ppm and 200 ppm) for different times (0, 1, 3, 6 and 24 hours) was semi-nested PCR, FISH and culture method, respectively. In conclusion, in our study, it was determined that PCR and FISH methods are suitable methods for detecting the presence of bacteria from samples where *L. pneumophila* bacteria could not be cultured. Since epidemiological studies are based on the method of culture, it is necessary to compare the results obtained by using both methods, not just culture or just molecular methods.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the project number 23947 of the Istanbul University Scientific Research Projects Executive Secretariat.

## REFERENCES

1. Armon, R., Laot, N., Lev, O., Shuval, H. and Fattal, B. (2000), "Controlling biofilm formation by hydrogen peroxide and silver combined disinfectant", *Water Sci Technol*, 42:187-192.
2. Batani, G., Bayer, K., Böge, J., Hentschel, U. and Thomas, T. (2019), "Fluorescence *in situ* hybridization (FISH) and cell sorting of living bacteria", *Sci Rep*, 9: 18618.
3. Chae, M.S. and Schraft, H. (2001), "Comparative evolution of adhesion and biofilm formation of different *Listeria monocytogenes* strains", *Int J Food Microbiol*, 62(1-2):103-111.
4. Delgado-Viscogliosi, P., Solognac, L. and Delattre, J.M. (2009), "Viability PCR, a Culture-Independent Method for Rapid and Selective Quantification of Viable *Legionella pneumophila* Cells in Environmental Water Samples", *Appl Environ Microbiol*, 75(11):3502–3512, doi:10.1128/AEM.02878-08.
5. Diaz-Flores, A., Montero, J.C., Castro, F.J., Alejandres, E.M., Bayon, C., Solis, I., Fernandez-Lafuente, R., and Rodriguez, G. (2015), "Comparing methods of determining *Legionella* spp. in complex water matrices", *BMC Microbiol*, 15: 91.
6. Dodds, L., King, W., Woolcott Pole, J. (1999), "Trihalomethanes in public water supplies and adverse birth outcomes", *Epidemiology*, 10:233-237.
7. Dusserre, E., Ginevra, C., Hallier-Soulier, S. *et al.* (2008), "A PCR-Based Method for Monitoring *Legionella pneumophila* in Water Samples Detects Viable but Noncultivable Legionellae That Can Recover Their Cultivability", *Appl Environ Microbiol*, 74(15):4817–4824.
8. Hamilton, K.A., Hamilton, M.T., Johnson, W. *et al.* (2019), "Risk-based critical concentrations of *Legionella pneumophila* for indoor residential water uses", *Environ Sci Technol*. 53(8):4528-

4541, doi: 10.1021/acs.est.8b03000.

9. Inoue, H., Agata, K., Ohta, H. (2019). "Phylogenetic characterization of viable but-not-yet cultured *Legionella* groups grown in amoebic cocultures: a case study using various cooling tower water samples", *Biocontrol Sci*, 24(1):39-45, doi: 10.4265/bio.24.39.
10. Lam, M.C., Ang, L.W., Tan, A.L., James, L., Goh, K.T. (2011), "Epidemiology and control of legionellosis, Singapore", *Emerg Infect Dis.*, 17(7):1209–1215, doi:10.3201/eid1707.101509.
11. Moreno, Y., Moreno-Mesonero, L. and García-Hernández, J. (2019), "DVC-FISH to identify potentially pathogenic *Legionella* inside free-living amoebae from water sources", *Environ Res*, 176,108521, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.06.002>.
12. Mouchtouri, V., Velonakis, E., Tsakalof, A., *et al.*, (2007), "Risk factors for contamination of hotel water distribution systems by *Legionella* species", *Appl Environ Microbiol*, 73(5):1489-1492.
13. Pedahzur, R., Katzenelson, D., Barnea, N. (2000), "The efficacy of long-lasting residual drinking water disinfectants based on hydrogen peroxide and silver", *Water Sci Technol*, 42:293-298.
14. Perinel, S., Forest, V., Landraud, M., *et al.* (2018). "Deposition pattern of aerosolized *Legionella* using an ex vivo human-porcine respiratory model", *Int J Hyg Environ Health*, 221(2):252-259, doi: 10.1016/j.ijheh.2017.11.002.
15. Saby, S., Vidal, A., Stuty, H. (2005), "Resistance of *Legionella* to disinfection in hot water distribution systems", *Water Sci Technol*, 52(8):15-28.
16. Stout, J.E., Best, M.G., Yu, V.L., Rihs, J.D. (1986), "A note on symbiosis of *Legionella pneumophila* and *Tatlockia micdadei* with human respiratory flora", *J Appl Microbiol*, 4:297-299.
17. Stout, J.E., Sens, K., Mietzner, S., Obman, A., Yu, V.L. (2005), "Comparative activity of quinolones, macrolides, and ketolides against *Legionella* species using in vitro broth dilution and intracellular susceptibility testing", *Int J Antimicrob Agents*, 25:302-307.
18. Tesauro, M., Petrelli, F., Lizioli, A., *et al.* (2018), "Presence of *Legionella* spp. in human dental plaque", *Annali di Igiene*, 30(5):387-390, doi: 10.7416/ai.2018.2238.
19. Thomas, V., Bouchez, T., Nicolas, V., Robert, S., Loret, J.F. (2004), "Amoebae in domestic water systems: resistance to disinfection treatments and implication in *Legionella* persistence", *J Appl Microbiol*, 97(5):950-963.
20. Vadasarukkai, Y., Guo, X., Tyssen, R., *et al.* (2019), "A multiple-site field study of stabilized hydrogen peroxide for drinking water disinfection", *AWWA Wat Sci*, e1150, doi: 10.1002/aws2.1150.
21. Van der Loo, C., Bartie, C., Barnard, T.G., Potgieter, N. (2021), "Detection of Free-Living Amoebae and Their Intracellular Bacteria in Borehole Water before and after a Ceramic Pot Filter Point-of-Use Intervention in Rural Communities in South Africa", *Int J Environ Res Public Health*, 18,3912, <https://doi.org/10.3390/ijerph18083912>.
22. Vatansever, C. and Turetgen, I. (2021), "Investigation of the effects of various stress factors on biofilms and planktonic bacteria in cooling tower model system", *Arch Microbiol*, 203,1411–1425.
23. Waak, M.B., LaPara, M.T., Hallé, C., Hozalski, M.R. (2018), "Occurrence of *Legionella* spp. in water-main biofilms from two drinking water distribution systems", *Environ Sci Technol.*, 52(14):7630-7639.
24. Yamamoto, Y., Klein, T.W., Friedman, H. (1992), "Genetic control of macrophage susceptibility to infection by *Legionella pneumophila*", *FEMS*, 3:137-146.

## POTENTIAL OF GEORGIAN ABORIGINAL GRAPES IN ENOLOGY

**Nino CHKHARTISHVILI**

viticulture and winemaking scientific-research center of Georgian Technical University e-mail:

**Nino ABESADZE**

Georgian Technical University, master of viticulture and winemaking,

Among the alcoholic beverages, wine has attracted a great deal of attention and public interest since time immemorial. The same is true today.

Viticulture and winemaking in Georgia has a deep roots in the ancient past. The tradition of the industry has 8000 years, which is confirmed and recognized by the world community of winegrowers and winemakers. (Patrick McGovern, Mindia Jalabadze, Stephen Batiuk, Michael P. Callahan, Karen E. Smith, Gretchen R. Hall, Eliso Kvavadze, David Maghradze, Nana Rusishvili, Laurent Bouby, Osvaldo Failla, Gabriele Cola, Luigi Mariani, Elisabetta Boaretto, Roberto Bacilieri, Patrice This, Nathan Wales, and David Lordkipanidze “Early Neolithic wine of Georgia in the South Caucasus”; PNAS November 28, 2017 114 (48) E10309-E10318; first published November 13, 2017).

Geographic location and agro-climatic conditions of Georgia have resulted in the development of 525 native Georgian grape varieties over the centuries, although over the years some have died out, or only a few have survived.

For decades, Georgia has renewed efforts to find and restore extinct rare grape varieties and bring them back to the wine industry. Collective vineyards have been planted and are under construction, restored more than 437 Georgian native wine and table varieties.

Ongoing ampelographic and oenological research in Georgia promotes new and rare red, white, rose and amber wines using ancient and modern technologies, made possible by the gene pool of Georgian grapes.

The vast majority of studies on wine consumer behavior refer to red or white wines, although recent trends in the global market indicate the growing popularity of rose wine and a significant increase in its production around the world.

This article presents the results of study that show that rose wine, made from the aboriginal Georgian local grape variety, is a beverage with the rare color and taste.

**Key words:** Georgian aboriginal Grape Gene pool, *Vitis Vinifera*, 525 native grapes, Adanasuri, Georgian rose wine.

### Introduction

The production of rose wines is a priority in the food industry of many countries around the world and the demand for them is growing daily.

According to the French Institute of Wine Technology, rose wine is made by fermenting sweet grapes with red or tinted skin and white or slightly tinted pulp in such a way that the color of the wine remains pink.

P. According to Ribero Gaion rose wine is identified only by its color. In addition, the author notes that the same red grape varieties used to make high-quality rose wines. According to him, rose wine cannot be made with a blend of white and red wines.

Rose wine is an intermediate type of wine between red and white wines. Biologically active compounds are transferred to rose wine through contact with must, thus distinguishing it from other types of wine and forming its specific taste.

Most studies on wine consumer behavior have focused on the consumption of red or white wine. However, recent market trends show a growing interest in rose wine. However, little is known about what determines consumers' preference for rose wine and what the profile of rose wine consumers is.

A study published by the Wine Economist in 2019 shows that sales of rose wine in the US market are growing at more than 40% per year, and producers want to better understand the Rose phenomenon, which was discussed at the Vine and Wine Symposium in Washington.

The 2015 Pink Wine Market Overview shows an increase in demand and production in this direction.

France is currently the largest producer of rose wines, followed by Spain, the United States and Italy. Production rose sharply in Australia, Chile and South Africa, according to the OIV / CIVP report.

Studies conducted in 2014 show that rose wine sales are carried out wherever there is wine consumption, although France is a leader in this area.

According to the study, rose accounted for 30% of the wine sold in France in 2014, which, according to other reports, is more than rose white wines sold in French supermarkets, where the sections presented are designed exclusively for rose wines.

According to the English-language website "Beverage Business", the total sales of wine from 8% to 10% from 8% to 10% write about the strong increased demand for rose wine. Last year, according to Nielsen, sales of rosé wines in the U.S. increased dramatically by as much as 40%. Andrew Stewart, an independent importer from Stewart Wines, still sees rose wine as a major driver of the UK wine market.

The Republic of Georgia, a small country of the South Caucasus, located between Black and Caspian Seas, has a long and ample history of viticulture and winemaking. From the climatic zones perspective Georgian biosphere is diverse. There are 12 different zones and 49 types of soils in Georgia. Many endemic species create a perfect source for the development of plant growing and cattle breeding. The country is rich in amelioration and potable water resources.

“Talking about aging of wine. Here we have an 8,000-year-old vintage that we’ve identified,” says molecular archaeologist from the University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology and lead author of the study in the journal Proceedings of the National Academy of Sciences Patric Mcgovern.

In the 21st century, the world scientific community has recognized Georgia - the homeland of vines, and wine fermented on chacha in a pitcher - as the oldest traditional method. Georgia, from where this culture began to spread throughout the world, had a great influence on the formation of agriculture, popular culture, biology, medicine and, in general, civilizations.

These facts are confirmed in an article published in the scientific journal of the US National Academy of Sciences PNAS (one of the highest rated scientific journals in the world) entitled "Early Neolithic wine of Georgia in the South Caucasus" ("Early Neolithic wine of the South Caucasus"), which is based on three Biomolecular studies conducted within the framework of an international project.

Georgia is home to a gene pool of 525 local vines, some of which have been on the verge of extinction for decades. The new era of Georgian viticulture-mervinia revival began at the end of the 20th century and continues to this day. The finding, protection, and study of the gene pool of Georgian grape varieties determine the sustainability of the sector and enrichment of the modern wine market with different style and

aroma wines. Examination of specific parameters of varieties explained by their genetic peculiarities. This allows increasing the varieties value by their agronomic, technological and wine potential. Conducted research is the best example that, on the base of the varieties' ampelography, phenology, chemical, and oenocaprological studies enologists can return rare grapes in the wine production.

The aim of our research was to make rose wine from a once distinctive Imereti vine variety and to study and evaluate it organoleptically according to its chemical-physical, oenological indicators.

Imereti - one of the largest historically known regions of western Georgia with distinctive Imereti, more than 80 white and red grape raw material resources.

The international recognition of the ancient, Imeretian variety "Adanasuri" hit the French magazine published in the 19th century, where there was a list and review of the world's vine varieties, where Adanasuri was talked about as one of the most distinctive and exemplary varieties.

In addition to international recognition, Adanasuri wine won a medal at one of the exhibitions in Paris in 1900.

Picture 1. Adanasuri



### Materials and Methods:

The object of research was the Georgian Imeretian local red grape variety – Adanasuri. And the scientific work was held in Mtskheta-Mtianeti region, vil. Jigaura, on the experimental base of the Agricultural Research Center.

Grape processing - the process was carried out in full compliance with the technology of rose wine. 34 kg of grapes were used to prepare the study and control sample, which was processed in a clearance apparatus where the grape clearance was 1.2 kg. The obtained juice was then kept in contact with the skin for 2 hours at a temperature of 13<sup>0</sup>, where it was added 7 g of kadefit dissolved in water for sulfation and 1.02 g of enzyme for extraction. After passing this process, the delayed mass was dissolved in an inflatable pad hydraulic pressure to a self-extinguishing fraction with a capacity of 0.2 bar. The weight of the obtained

juice was 9.6 liters. The obtained juice was kept for 24 hours in a sedimentation room at a temperature of 13<sup>0</sup>, where it was added dissolved in water enzyme 1.02 gr. The juice was removed from the lee on October 1 and after a turbidity control where its NTU was 35 which was satisfactory for the cleaning rate, it was then transferred to a boiling room where after reaching a temperature of 16<sup>0</sup> a pure culture of yeast was added. IOCB2000 strain was used at a dose of 20 g / hl. Alcoholic fermentation took place at a temperature of 16-18<sup>0</sup>. On the third day of fermentation was added yeast DAP - dosage: 10-20 g / hl. Alcoholic fermentation lasted for 21 days.

After the alcoholic fermentation is complete, the wine is transferred to the refrigerator at a temperature of 7-8<sup>0</sup>, where added sulfur dioxide. The wine continued to stabilize in the refrigerator, until completely cleansed, and the first removal from the wine was carried out in the first half of February. After the completion of the fermentation, the laboratory research of the wine was carried out in the "Wine Laboratory" Ltd. in compliance with the relevant methods and standards.

Table 1. Phuzical-chemical parameters.

| #  | Parameters       | Results      | Max. Acceptable limit for Georgia | Methods          |
|----|------------------|--------------|-----------------------------------|------------------|
| 1  | Density 20/20°C  | 0.99164      |                                   | OIV-MA-AS2-01A   |
| 2  | Real Alcohol     | 11.50% (V/V) |                                   | OIV-MA-AS312-01A |
| 3  | Reducing Sugars  | 2.03 g/l     | <4.00                             | OIV-AS311-01A    |
| 4  | Total acidity    | 6.8 g/l      | 4.0..8.0                          | OIV-MA-AS313-01  |
| 5  | Volatile Acidity | 0.64g.l      | <1.10                             | OIV-MA-AS313-02  |
| 6  | SO2 free         | 8 mg/l       | <30                               | OIV-MA-AS323-04B |
| 7  | SO2 total        | 15 mg/l      | <210                              | OIV-MA-AS323-04B |
| 8  | Dry Extract      | 17.4 g/l     | >16.0                             | OIV-MA-AS2-038   |
| 9  | S                | 2.03 g/l     |                                   | OIV-AS311-01C    |
| 10 | Cooper           | 0.03 mg/l    | <5                                | SOP17-ICP/OES-01 |
| 11 | Iron             | 1.2mg/l      | <10.0                             | SOP17-ICP/OES-01 |
| 12 | Lead             | <0.1 mg/l    | <0.300                            | SOP17-ICP/OES-02 |
| 13 | Arsenic          | <0.01 mg/l   | <0.200                            | SOP17-ICP/OES-02 |
| 14 | Cadmium          | <0.01 mg/l   | <0.030                            | SOP17-ICP/OES-02 |
| 15 | Mercury          | <0.005 mg/l  | <0.005                            | SOP17-ICP/OES-02 |
| 16 | Zinc             | 0.11mh/l     | <5.00                             | SOP17-ICP/OES-01 |
| 17 | Cs-137           | <20.00 bk/l  | <70                               | MBN-MH-1181-2011 |
| 18 | Sr-90            | <30.00 bk/l  | <100                              | MBN-MH-1181-2011 |
| 19 | Sorbic Acid      | 0.00 mg/l    | 0.00...200.00                     | OIV-MA-AS313-20  |

### Results and discussion:

The practical value of the study is important for the development of rose wine, today there are quite a few such wines made from a relatively small number of Georgian grape varieties on the market. In order to increase and diversify the range of Georgian rose wines, it is necessary to use other forgotten rare varieties and test them.

Adanasuri grapes are one of the best examples of this. Experimentally produced Adanasuri rose wine, which is compared to the already known and widely used Dzelshavi one, showed that it meets all the criteria for rose wines, distinguished by excellent color, aroma and bouquet.



### Conclusion:

It was first studied Imeretian grape variety - Adanasuri as a raw material for rose wine production;

Its physico-chemical and organoleptic evaluation revealed that the variety Adanasuri gives not only red quality dry wine, but also from it it is possible to make high-quality pink wine. As a result of the experiment it was produced a dry rose wine, which is distinguished by an excellent light salmon color that turns into a peach. The aromas of berry fruit and tea are well felt in the first aromas of wine, especially the wine is distinguished by sharp raspberry and currant aromas, Adanasuri wine is harmonious in taste, which is manifested in its well-balanced acidity and ripe berry flavors.

All this together creates a harmonious and pleasant taste that reminds us of Summer. These results further highlighted the Adanasuri variety in rose wine as one of the best potential varieties in this area.

The research study of Grape variety Adanasuri is continuing.

### References:

1. McGovern P., Jalabadze M., Batiuk S., Callahan P., Karen E. Smith, Gretchen R. Hall, Eliso Kvavadze, David Maghradze, Nana Rusishvili, Laurent Bouby, Osvaldo Failla, Gabriele Cola, Luigi Mariani, Elisabetta Boaretto, Roberto Bacilieri, Patrice This, Nathan Wales, and David Lordkipanidze, (2017), Early Neolithic wine of Georgia in the South Caucasus, PNAS 114 (48) E10309-E10318; first published November 13, 2017; <https://doi.org/10.1073/pnas.1714728114>;
2. P. Ribereau-Gayon, Y. Glories, A. Maujean, D. Dubourdieu – Handbook of Enology second edition, 2006, John Wiley and Sons, Ltd, France, 441 p.
3. Chkhartishvili N.C., Chkhartishvili N.N, Aleqksidze G – “Agriculture- agrotechnology” 2014, printed by “Sachino”, 386pp.;
4. Ramishvili M. – Ampelography – “Ganatlba” Tbilisi, 1986;
5. Avaliani – Wine technology, 2019, Tbilisi, 435pp;
6. Javakhishvili I. Economic history of Georgia, 1935;
7. OIV statistics 2018-2019;
8. Wine and alcoholic beverages – directions and regalements of European Union (2000);
9. OIV state of the vitiviculture sector in 2019;

## К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО И СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

**Даньшева Светлана ОЛЕГОВНА,**

заведующая кафедрой физики, кандидат педагогических наук, доцент

**Дитюк Светлана АЛЕКСЕЕВНА,**

старший преподаватель кафедры украинского языка и языковой подготовки иностранных граждан

**Игнатова Валентина ВЛАДИМИРОВНА,**

старший преподаватель кафедры украинского языка и языковой подготовки иностранных граждан

**Тесаловская Ольга БОРИСОВНА,**

старший преподаватель кафедры украинского языка и языковой подготовки иностранных граждан

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры,

г. Харьков, Украина

**Аннотация:** В статье рассматриваются новые требования к высшему образованию, к совершенствованию современных образовательных технологий - таких как учебные курсы и дистанционные образовательные технологии, изучение и выявление проблем студентов высших учебных заведений во время кризиса, возникшего в связи с пандемией. Вопрос об эффективности дистанционного или смешанного обучения и роли личностных качеств преподавателей учебных дисциплин и кураторов в образовательном процессе определяются первостепенной важностью проблем воспитания и обучения на данном этапе развития современной Украины. В статье был сделан анализ и определены социально-психологическое состояние студентов и проблемы, возникающие у них при дистанционном обучении путем анкетирования, используя Google Forms, сделаны выводы каким образом можно решать эти проблемы.

**Ключевые слова:** дистанционные образовательные технологии, выявление проблем студентов высших учебных заведений, личностные качества преподавателей учебных дисциплин и кураторов в образовательном процессе, взаимоотношения преподавателя и студентов высших учебных заведений.

**Annotation:** The article considers new requirements for higher education, the improvement of modern educational technologies such as training courses and distance learning technologies, and the study and identification of difficulties of students during the crisis caused by the pandemic. To date, a certain amount of knowledge important for formulating and solving the problem of adaptation of students during online education has been accumulated. Stating the active development of various aspects of the problem that we are investigating, we can conclude that the problem of adaptation of students to online learning using distance learning technologies and the difficulties that arise in this case have not yet become the subject of a special study. Questions about the effectiveness of distance or blended learning and the role of personal qualities of teachers and curators in the educational process are determined by primary importance of the problems of education and training at this stage of development of modern Ukraine. The article analyzes and identifies the socio-psychological state of the students and the problems they encounter during distance learning through questionnaires using Google Forms, and draws conclusions on how to solve these problems.

**Keywords:** distance educational technologies, identification of difficulties of students, psycho-emotional state, personal qualities of teachers of educational disciplines and curators in educational process, mutual relations of teacher and students.

Развитие современного общества происходит на фоне глобальных процессов, которые являются причиной появления новых требований к высшему образованию, к совершенствованию современных образовательных технологий. Одним из видов таких современных образовательных технологий являются дистанционные образовательные технологии.

Кризис, возникший в связи с пандемией, открыл путь для переосмысления практик образования: дистанционное и смешанное обучение являются перспективной сферой развития образования.

**Актуальность** данного исследования заключается в необходимости изучения и выявления трудностей студентов высших учебных заведений во время онлайн обучения с использованием дистанционных образовательных технологий в процессе внедрения новых требований и стандартов обучения.

Вопрос об эффективности дистанционного или смешанного обучения и роли личностных качеств преподавателя в образовательном процессе определяется первостепенной важностью проблем воспитания и обучения на данном этапе развития современной Украины.

**Целью** нашего исследования было выявление проблем, которые возникают у студентов высших учебных заведений при онлайн обучении с применением дистанционных образовательных технологий.

Анализ последних исследований научной литературы показал, что к настоящему времени накоплен определенный объем знаний, важных для постановки и решения проблемы адаптации студентов высших учебных заведений во время онлайн обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Так, внедрение электронного обучения в образовательный процесс высшей школы рассматривается в работах Е. А. Буденкова [1], А. Н. Кучер [3], Т. Е. Лебедевой, Н. В. Охотниковой, Е. А. Потаповой [4] и др.

Проблемы адаптации студентов к учебной деятельности и образовательной среде высшей школы рассматриваются в работах Е. С. Новиковой [5], Н. Н. Ткаченко [8], В. М. Токарь, а. М. Насретдинова [10] и др.

Роль личности преподавателя, его профессионально-значимых качеств, влияющих на адаптацию студентов и эффективность образовательного процесса, исследуется в работах Т.И. Рудневой [7], Т.М. Ткачовой [9] и др. «Профессиональные и личностные качества преподавателя влияют на эффективность образовательного процесса: прежде всего они определяют отношение студентов к преподавателю и, как следствие, отношение к предмету, который изучается. В процессе обучения и воспитания происходит непрерывное и непосредственное общение, взаимодействие преподавателя со студентами»[2]. Это взаимодействие является важным средством эффективного адаптационного процесса в учебной деятельности и образовательной среде.

Под дистанционным обучением понимается индивидуализированный процесс приобретения знаний, умений, навыков и способов познавательной деятельности человека, который происходит в основном в результате опосредованного взаимодействия удаленных друг от друга участников учебного процесса в специализированной среде, функционирующей на базе современных психолого-педагогических и информационно-коммуникационных технологий [ 6]. Особую актуальность в наши дни приобретает смешанное обучение. Смешанное обучение - это сочетание традиционных форм аудиторного обучения с элементами электронного обучения, в котором используются специальные информационные технологии. Учебный процесс при смешанном обучении представляет собой последовательность фаз традиционного и электронного обучения, которые чередуются во времени.

Констатируя активную разработку различных аспектов исследуемой нами проблемы, мы видим, что проблема адаптации студентов высшей школы к онлайн обучению с применением дистанционных образовательных технологий и трудностей, которые возникают при этом, пока не стала предметом специального исследования.

#### **Изложение основного материала, обоснование результатов.**

Осознавая факт многоаспектности процесса обучения студентов высших учебных заведений в дистанционном формате, нам было важно определить проблемы, возникающие у студентов при онлайн обучении с применением дистанционных образовательных технологий.

Для реализации нашего исследования мы разработали анкету, используя Google Forms. Анкета распространялась по электронной почте. В исследовании приняли участие 270 студентов нашего университета.

По результатам анкетирования выяснилось, что у студентов возникали проблемы в связи с переходом на онлайн обучение с применением дистанционных образовательных технологий. Были названы такие причины, которые вызывали проблемы:

1) вход на образовательные платформы для работы на лекциях или практических занятиях в 28% студентов;

2) проблемы с Интернетом в 48,7% студентов;

3) отсутствие компьютера или ноутбука в 13,3% студентов.

При возникновении проблем в обучении обращались за помощью:

1) до одногруппников - 83% студентов;

2) к преподавателю дисциплины - 72,7% студентов;

3) к куратору группы - 22,9% студентов.

При этом 84,5% студентов считают, что преподаватели университета во время учебы в дистанционном формате готовы прийти студенту на помощь; 73% студентов считают, что преподаватели понимают проблемы своих студентов; 13% студентов отмечают, что преподаватели проявляют грубость, оскорбляют достоинство студента; 17% студентов отмечают, что преподаватели необоснованно занижают оценки (рис.1).

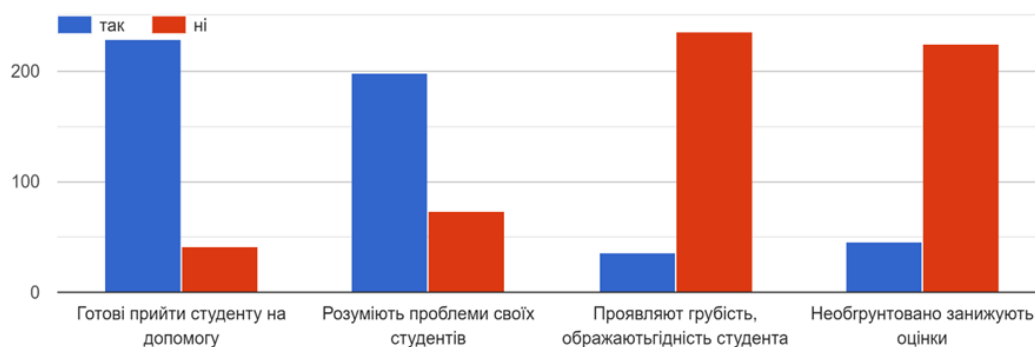


Рис.1 Особенности взаимодействия студентов и преподавателей при дистанционном обучении

Анализ психо-эмоционального состояния студентов во время карантина показал, что в это время учащиеся испытывали такие эмоции (рис.2):

52,4% - скуку, 49,4% - грусть; 54,8% - гнев 50,6% - растерянность; 44% - тревогу; 42% - апатию.

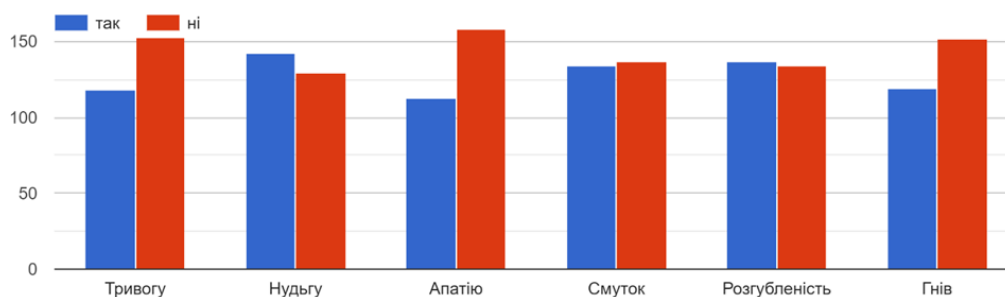


Рис. 2 Психо - эмоциональное состояние студентов во время карантинных ограничений.

На лекционных онлайн занятиях 77,1% студентов чувствовали себя уверенно и комфортно. На практических онлайн занятиях чувствовали себя уверенно и комфортно 65% студентов. 66,4% студентов отметили, что им была нужна помощь и дополнительные консультации преподавателей.

Анализируя полученные результаты, мы пришли к выводу, что необходимо уделять внимание прежде всего решению следующих задач: техническая готовность студентов к обучению в дистанционном формате, а именно: учет технической готовности студентов к обучению (наличие ПК, камеры, микрофона, интернета); помощь студентам в устранении трудностей, возникающих при использовании того или иного информационного ресурса вовремя онлайн общения.

Особое внимание вызывает психо-эмоциональное состояние студентов. Изолированность студентов при дистанционном обучении от других участников учебного процесса (иногда относят к преимуществам дистанционного обучения) является серьезной проблемой. Студенты и преподаватели, при дистанционном обучении, нередко сталкиваются с трудностями психологического порядка. К числу подобных трудностей можно отнести, например, неумение вести себя на сетевой дискуссии - это молчание, агрессивное поведение, неумение отстаивать свое мнение, лаконично и уверенно выступать и др.; сложности в личном общении с преподавателем по электронной почте, неумение организовать и рационально спланировать самостоятельную работу с учебными материалами.

Поэтому, в период дистанционного или смешанного обучения решающее значение имеет поддержка, помощь, внимание со стороны куратора, преподавателей и психолога высшего учебного заведения, а именно:

- советы по вопросам организации учебной работы;
- советы по установлению режима труда и отдыха;
- советы как избежать стресса во время дистанционного обучения;
- помощь в познании одноклассников, становлении деловых и дружеских отношений.

Другой важной задачей, требующей особого внимания, является усиление роли преподавателей и кураторов групп. Преподаватель, работающий с конкретной группой в рамках своей дисциплины, должен быть готов не только к тому, чтобы обеспечить электронное взаимодействие с каждым студентом группы, но и повлиять на уравнивание социально-психологического состояния каждого студента (объяснить свои требования, успокоить, подбодрить). Особая роль в этом процессе отводится куратору группы. Именно он должен находиться в режиме постоянного взаимодействия со своими студентами: это и социальные сети, и кураторские часы онлайн, телефонная связь и др. Эти меры позволят студентам компенсировать дефицит очного общения, почувствовать поддержку со стороны преподавательского состава высшего учебного заведения, а также, что очень важно, снять уровень их социальной напряженности, минимизировать их страхи, повлиять на формирование или восстановление комфортного психо-эмоционального состояния.

Таким образом, вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы:

- студенты не в полной мере адаптировались к дистанционному обучению;
- у студентов возникали проблемы с переходом на онлайн обучение с применением дистанционных образовательных технологий;
- студенты не всегда могут обеспечить себя достаточным техническим оборудованием - иметь компьютер и постоянный выход в Интернет;
- при возникновении проблем дистанционного обучения на помощь приходят в первую очередь одноклассники;
- при карантине многие из студентов чувствовали весь спектр неизвестных ранее эмоций: тревогу, тоску, апатию, уныние, гнев и чувство растерянности;
- в период дистанционного или смешанного обучения решающее значение имеют поддержка, помощь, внимание со стороны куратора, преподавателей и психолога высшего учебного заведения.

Но, несмотря на трудности и проблемы, технологии дистанционного обучения является мощным средством познания. Чтобы повысить эффективность новых информационных технологий в обучении, следует сформировать определенную систему, которая предусматривает иное понимание сущности обучения, роли преподавателя и студентов в этом процессе,

взаимоотношений преподавателя и студентов, оснащение рабочих мест преподавателя и студентов.

### Литература:

1. Буденкова Е.А. К вопросу о формировании общекультурных компетенций студентов-бакалавров средствами электронного обучения в вузе: теоретические и практические аспекты // Мир науки. 2016. Т. 4. № 3. С. 41.
2. Дитюк С.О., Тесаловська О.Б. Особистість викладача як фактор оптимізації навчально-виховного процесу у ВНЗ// науковий інформаційний журнал «Новий колегіум» №3. – Х., 2018 р. – с.85-89
3. Кучер О. Н. Варианты включения дистанционных образовательных технологий, электронного обучения в учебный процесс вуза // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. С. 311.
4. Лебедева Т.Е., Охотникова Н. В., Потапова Е. А. Электронная образовательная среда вуза: требования, возможности, опыт и перспективы использования // Мир науки. 2016.Т. 4. № 2. С. 22.
5. Новикова Е. С. Социальная адаптация студентов: психологические аспекты и особенности //Современное образование: содержание, технологии, качество. 2018. Т. 2. С. 277–278.
6. ПОЛОЖЕННЯ про дистанційне навчання № 703/23235 від 30.04.13 р.
7. Руднева Т.И. Основы педагогического профессионализма. Самара, 2008
8. Ткаченко Н. Н. Социально-психологическая адаптация студентов в образовательной среде разного типа // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т. 7. № 4 (25).С. 358–360.
9. Ткачева Т.М. Роль личности в обеспечении качества профессиональной подготовки выпускников вуза: учебное пособие. М-: МАДИ. 2015
10. Токарь В.М., Насретдинов А. М. Адаптация студентов к обучению в вузе // Управление устойчивым развитием. 2017. № 6 (13). С. 115–118.

## BİR PEKİNGESE KÖPEKTE SOLİT TİP ADENOKARSİNOMUN KİRİYOCERRAHİ İLE BAŞARILI SAĞALTIMI

### SUCCESSFUL TREATMENT OF CUTANEOUS SOLID TYPE ADENOCARCINOMA WITH CRYOSURGERY IN A PEKİNGESE DOG

**Murat KİBAR**

Prof. Dr. Murat Kibar, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin MYO, Avcılık ve Yaban Hayatı Programı, Artvin, Turkey

#### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, bir Pekingese köpeğinde kutanöz solit tip adenokarsinomun kriyoterapi ile tedavisini tanımlamaktır. 3,5 yaşında, dişi Pekingese köpeği, küçük hayvan cerrahi kliniğine sevk edildi. İlk neoplazm lokalizasyonu vulvanın dorsalinde ve diğerleri vulvanın iki tarafındaydı. Prob tabanlı kriyocerrahi sistemi, tek tip dondurma için lokal anestetik ile kriyoablasyon için kullanıldı. Histopatolojik özelliklere dayanarak, köpeğe solit tip perianal adenokarsinom teşhisi kondu. Sonuç olarak, kriyocerrahi, hayvanlarda, özellikle operasyon için uygun olmayanlarda veya sahipleri ameliyatı yaptırmayı reddedenlerde nodüler perianal kutanöz adenokarsinom için güçlü bir alternatif tedavi olabilir.

**Anahtar kelimeler:** Adenokarsinom, kriyoterapi, köpek

#### ABSTRACT

The aim of this study is to defined the treatment of cutaneous solide type adenocarcinoma in a Pekingese dog using cryotherapy. A 3.5-year-old intact female Pekingese dog was referred to the small animal surgery clinic. The first neoplasm localization was dorsal to the vulva and the others were bilateral to the vulva. The probe-based cryosurgical system was used for cryoablation, using local anesthetic as the interface for uniform freezing. Based on histopathological features, the dog was diagnosed with solid type perianal adenocarcinoma. In conclusion, cryosurgery can be an potent alternate treatment for pleasant, nodular perianal cutaneous adenocarcinoma in animals, particularly those not suited for operation, or whose owners refuse to have them undergo operation.

**Key words:** Adenocarcinoma, criotherapy, dog

#### 1. GİRİŞ

Kriyocerrahi, yüzeysel sprey, pamuk uçlu aplikatör, intralezyonel ve kriyoprob gibi farklı uygulama yöntemleriyle farklı iyi huylu, kötü huylu ve premalign dermis lezyonları için kullanılmıştır. Doku soğutulduğunda; hücrelerde buz oluşumu, vasküler staz ve tromboz ile tümörlü doku yıkımlanır. Kötü huylu kitlenin yok edilmesi için  $-60^{\circ}\text{C}$ 'lik doku sıcaklığı gerekir.

Bu çalışmanın amacı, bir Pekingese köpeğinde kutanöz solit tip adenokarsinomun kriyoterapi ile tedavisinin tanımlanmasıdır.

#### 2. OLGU

3.5 yaşında, 6 kg ağırlığındaki dişi Pekingese köpekte, perianal ve vulva bölgesinde 2 aydır farklı büyüklükte 3 nodülün bulunduğu gözlemlendi (Şekil 1). Kan değerleri normaldi (Tablo 1).

İlk neoplazm lokalizasyonu vulvanın dorsalindeydi ve diğerleri vulvaya iki taraflı, kırmızımsıtrak renkli, sıkı kıvamlı ve parlak mukoza görünümdeydi. Nodüllerin şekli daireseldi. Nodül çapları 1.8, 1.5 ve 1.2 cm idi. Kesitte, nodüller beyazımsı-sarı renkli, katı kıvamdaydı ve epidermis kalınlaşması ile karakterizeydi. Köpekte daha önce cerrahi olarak girişimde bulunulmamıştı.

Kriyoterapi için seçim kriterleri şunlardı: kriyoprobun konumlandırılması için olası bir sorun olmaması, eklem etkilenmesi olmaması, planlanan kriyoablasyon tüm lezyon hacmini kapsamalı, tümörün maksimum çapı 2 cm'den küçük, nörovasküler yapılara uzaklık en az 3 mm olmalıdır.

Köpek, ksilazin HCl (2 mg / kg, IM) ile premedike edildi. Prob tabanlı kiriyocerrahi sistemi (Üzümcü, İstanbul, Türkiye), tek tip dondurma için lokal bir anestetik (Industrial Ave, Molendinar, Avustralya) kullanılarak kriyoablasyon uygulandı. Bu sistem bir sıvı nitrojen tüpünden (-195 ° C) ve bir probdan (Şekil 2) oluşuyordu. Çalışmada kriyoterapötik etki çapı 2 cm olan bir prob kullanıldı. Prob, doku ile temas etmeyen sıvı nitrojen verdi. Sıvı nitrojen akışına kapalı olması, donmuş boşlukta çözülme etkisine izin verir. Deri alanı boyunca gözlenen üç donma ve çözülme döngüsü uygulandı (Şekil 3). Dondurma süresi yaklaşık 30 ila 60 saniyeydi. Bu, tüm tümör üzerinde minimum 5 mm bağımsız kenar boşlukları ile buz oluşumu ile gerçekleştirildi (Şekil 4).

Teknik başarı, buz topunun uzamasının tümör sınırını daha da ileriye götürmesi ve ablasyon sonrası görünümünün, birincil prosedürü takip eden 6 ay sonra orijinal tümör alanında kontrast artışı olmadığını göstermesi olarak kaydedildi. Postoperatif olarak hastaya 72 saat intravenöz antibiyotik verildi. 45. günde görünür tümör tanımlanmadı ve 2 yıla kadar nüks görülmedi.

Elde edilen nodüler dokular,% 10 nötr formalin içinde sabitlendi. Doku işlendi ve parafin mumunda oluşturuldu. Bloktan 4-5 µm kalınlığında kenarlar kesildi ve entellan Neu (Merck, Darmstat, Almanya) ile monte edildi. Histopatolojik inceleme için kenarlar rutin hemotaksilin ve eozin ile boyandı.

Histopatolojik inceleme, dermis ve hipodermis tabakalarının bozulduğunu ve masif fibrovasküler stroma ile çevrili sınırlı bir tümör nodülü olduğunu gösterdi. Histopatolojik özelliklerine göre solid tip perianal adenokarsinom tanısı kondu (Şekil 5).

### 3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, kriyoablasyon ile komplikasyon olmaksızın başarıyla tedavi edilen bir hastada 3 nodüler adenokarsinomun çıkarılmasını açıklamaktadır. Araştırmamız tek bir vaka ile sınırlıdır. Bununla birlikte, kriyoablasyon, ilerlemiş nodüler tümörler için basit, uygun ve güvenli görünmektedir.

Hastada 2 kriyoprob tedavisinden sonra tüm tümör kitleleri ablasyona uğradı. Kriyocerrahi, 2 yıllık takip süresine kadar vakada entegre klinik iyileşme tanımlandığı için uzun vadeli iyileşme sağlayabilir. Ayrıca estetik sonuç fazlasıyla tatmin ediciydi.

Ancak kriyocerrahinin kirpik bölgesi veya medial kanthus gibi kriyocerrahinin yararlı olmadığı yerlerde ve koşullarda bulunan tümörü olan hastalarda oküler doku veya kanal akım kısmında hasarı önlemek için kabul edilebilir olmayabileceği akılda tutulmalıdır. Ayrıca zayıf dolaşım veya zayıf iyileşme veya sinirlerin oldukça fazla olduğu yerlerde, bu potansiyel sinir yararı riski sağlar. Dahası, kiriyocerrahi, sadeliği ve lenfödem, ikincil kanser ve radyodermatit gibi komplikasyonlar içermediği için radyoterapiye karşı da mükemmeldir.

Sonuç olarak, kiriyocerrahi, hayvanlarda, özellikle operasyon için uygun olmayan veya sahiplerinin operasyona girmeyi reddeden hayvanlarda nodüler perianal kutanöz adenokarsinom için etkili ve güvenilir etkili bir alternatif tedavi olabilir.





Şekil 1. Nodüllerin perianal görünümü.



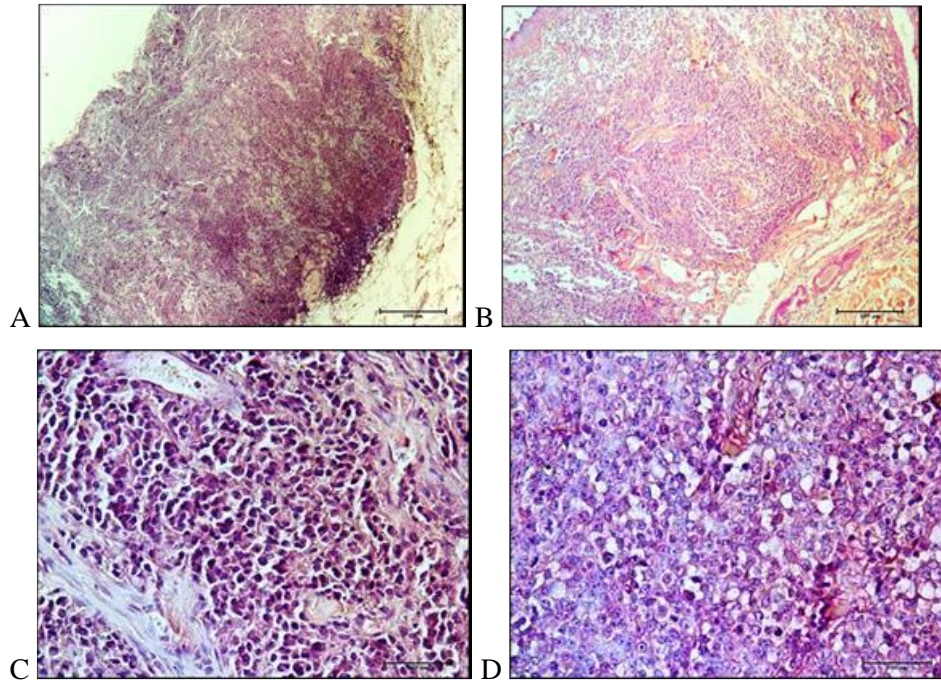
Şekil 2. Kriyoterapi cihazının ve probun görünümü.



Şekil 3. Probun uygulması.



Şekil 4. Lezyonda ve çevresinde oluan buz topunun görünümü.



Şekil 5. Dişi Pekinges köpeğinde sirkümenal nodüllerin histopatolojik bölümleri. H&E. Barr = 500 µm. (A) Epidermis, dermis ve hipodermis yapıları tahrip edildi. (B) Katı düzende organize edilmiş ve masif bağ dokusu ile çevrili polimorfik, çok yüzlü hücreler. (C, D) Tümör lobülleri iyi gözlenir ve geniş bağ dokusu ile ayrılırlar. Loblar, katı tabakalar oluşturan hücrelerden oluşur; bol sitoplazmaya sahip değildir, oldukça soluktur, çekirdekler iri kromatin ile yuvarlaktır ve bir veya daha fazla sayıda bulunur, ancak normal nükleollerli vardır. Çok fazla anisitoz, anizokaryoz ve anisonuleoliz ve sık mitoz varlığı yoktur.

#### KAYNAKLAR

1. Banks, W.J. (1993), "Applied Veterinary Histology", Mosby, St. Louis.
2. Bologna, J.L. (2012), "Cryosurgery", Elsevier Limited, Amsterdam.
3. Ethan, E., Zimmerman, M., Crawford, P. (2012), "Cutaneous Cryosurgery", Am Fam Physician, 86, 1118-1124.
4. Kuflik, E.G. (2004), "Cryosurgery for skin cancer: 30-year experience and cure rates", Dermatol Surg, 30, 297-300.
5. Lee, C.N., Pan, S.C., Lee, J.Y.Y. et al. (2016), "Successful treatment of cutaneous squamous cell carcinoma with intralesional cryosurgery", Medicine, 95, 39.
6. Merck. (2007), "Hepatoid Gland Tumors", Retrieved 2007-03-27.
7. Moulton, J.E. (1990), "Tumors in Domestic Animals". University of California Press, Berkeley.
8. Samstein, R.M., Ho, A.L., Lee, N.Y., et al. (2014), "Locally advanced and unresectable cutaneous squamous cell carcinoma: outcomes of concurrent cetuximab and radiotherapy", J. Skin. Cancer, 284582.
9. Schulman, F.Y. (1998), "Tumors with adnexal differentiation", Armed Forces Institute of Pathology, Washington.
10. Turek, M.M., Forrest, L.J., Adams, W.M., et al. (2003), "Postoperative radiotherapy and mitoxantrone for anal sac adenocarcinoma in the dog: 15 cases (1991-2001)", Vet Comp Oncol, 1, 94-104.

**DETERMINATION OF ORGANIC COMPOUNDS IN THE PLANT EXTRACT OF  
NARROW-LEAVED FIREWEED.**

**AKHMETBEKOV A.K.**

S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Tole bi av. 94, Almaty, Kazakhstan

**SAYAKOVA G.M.**

S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Tole bi av. 94, Almaty, Kazakhstan

**ZHAKSYLYKOV N. N.**

S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Tole bi av. 94, Almaty, Kazakhstan

**IBADULLAYEVA G.S.**

S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Tole bi av. 94, Almaty, Kazakhstan

**ZHETEROVA S. K.**

S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Tole bi av. 94, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** In recent years, along with the search for new medicinal plants, an in-depth study of raw materials used in traditional medicine has been conducted. These studies are primarily focused on the establishment of the structure of biologically active substances and the development of modern and objective methods for the standardization of plant materials.

Narrow-leaved fireweed (*Chamaenerion angustifolium* L.) is an affordable and widespread plant raw material, serves as a source of biologically active compounds. The significant content of biologically active substances (biologically active compounds) in it determines the wide therapeutic use of its extracts, since they show significant bactericidal, antioxidant, antitumor, and antiviral activity. Therapeutic and prophylactic agents based on narrow-leaved fireweed are slightly toxic, have a very good enveloping and anti-inflammatory effect. Despite the fact that the plant is a promising source of biologically active substances, currently, it does not used in practical pharmacy. At the moment, in all the pharmacopoeias of the world there is no monograph on the raw material of narrow-leaved fireweed. On the basis of the herb of narrow-leaved fireweed, manufacturers produce only various biologically active food additives. As a result, the development of criteria for the standardization of raw fireweed narrow-leaved is an urgent task. Considering the above, it is necessary to conduct a more complete study of the component composition of narrow-leaved fireweed using modern high-precision methods of analysis.

The scientific work describes the methods and conditions for the chromatographic analysis of the extract obtained from the herb of narrow-leaved fireweed. On the basis of the method of gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS), the possibility of identifying the component composition of the herb has been studied. The presence of more than 40 components has been established.

**Key words:** Narrow-leaved fireweed, *Chamaenerion angustifolium* L., chemical composition, gas chromatography, extract.

**Relevance.** Narrow-leaved fireweed (*Chamerion Angustifolium* L), is a poorly studied raw material with a wide range of pharmacological properties, contains a rich chemical composition - flavonoids, amino acids, tannins, amino acids and other substances, which will allow the development of a number of drugs for the treatment of inflammatory diseases on its basis. Studying the rules for the collection,

procurement, storage, processing and properties of narrow-leaved fireweed will help expand the production of new medicines based on extracts of narrow-leaved fireweed. Currently, the search for new plant resources for the pharmaceutical industry in Kazakhstan is relevant.

**Relevance.** Narrow-leaved fireweed (*Chamerion Angustifolium* L), is a poorly studied raw material with a wide range of pharmacological properties, contains a rich chemical composition - phenolic compounds, flavanoids, amino acids, tannins, amino acids, vitamins and other substances, which will allow the development of a number of drugs for the treatment of inflammatory diseases based on it. Studying the rules for the collection, procurement, storage, processing and properties of narrow-leaved fireweed will help expand the production of new medicines based on extracts of narrow-leaved fireweed. Currently, the search for new plant resources for the pharmaceutical industry in Kazakhstan is relevant.

**Subject of research:** Narrow-leaved fireweed is a plant with a powerful, random rhizome, reaches a height of 2 m. The stems of the plant are with alternate dark green leaves, covered with glaucous pubescence below [1]. The flowers are pink-crimson, collected in long apical racemes 10-45 cm long, the stem and peduncles are also sometimes painted in this color [2]. Bloom in July and August. Fruiting is more often observed from early August to mid-September [3].

Narrow-leaved fireweed (also known as Ivan tea) grows on the territory of Kazakhstan in Meadow, meadow-steppe and mountain-meadow [4], the species is widespread in all regions of Kazakhstan, and in the south, to the limits of the flattering belt, rising into the mountains. It is found often and abundantly, especially in the mountains of the Almaty region and in the basin of the river Irtysh [5].

**Purpose of the research:** Study of the elemental composition of the alcoholic extract of narrow-leaved fireweed (also known as Ivan-Chai).

Gas chromatography (GC) is a column chromatography technique in which a mobile phase is in the state of a gas moving through a column [6,7,8] filled with a stationary phase. In gas chromatography, the separation of components is carried out in an inert gas flow due to their unequal interaction with the stationary phase at a column temperature from room temperature to 300-350 ° C [9].

Recently, most studies have been devoted to the determination of the individual components of the chemical composition of medicinal plants, food additives, beverages by chromatography methods [10]. One of the most common is the GC method, with which, in the presence of standard samples, it is possible to identify and determine individual substances in objects.

Recently, the GC method is increasingly being used for the analysis of medicinal plants and herbal medicinal products.

The wide range of biological activity of phenolic compounds attracts the attention of researchers to taxa rich in these substances [11]. These include narrow-leaved fireweed (*Chamerion Angustifolium* L), which are used in both folk and official medicine [12]. According to earlier studies, the main groups of biologically active compounds (BAS) that make up the herb knotweed are phenolic compounds, vitamins, polysaccharides, etc [13,14].

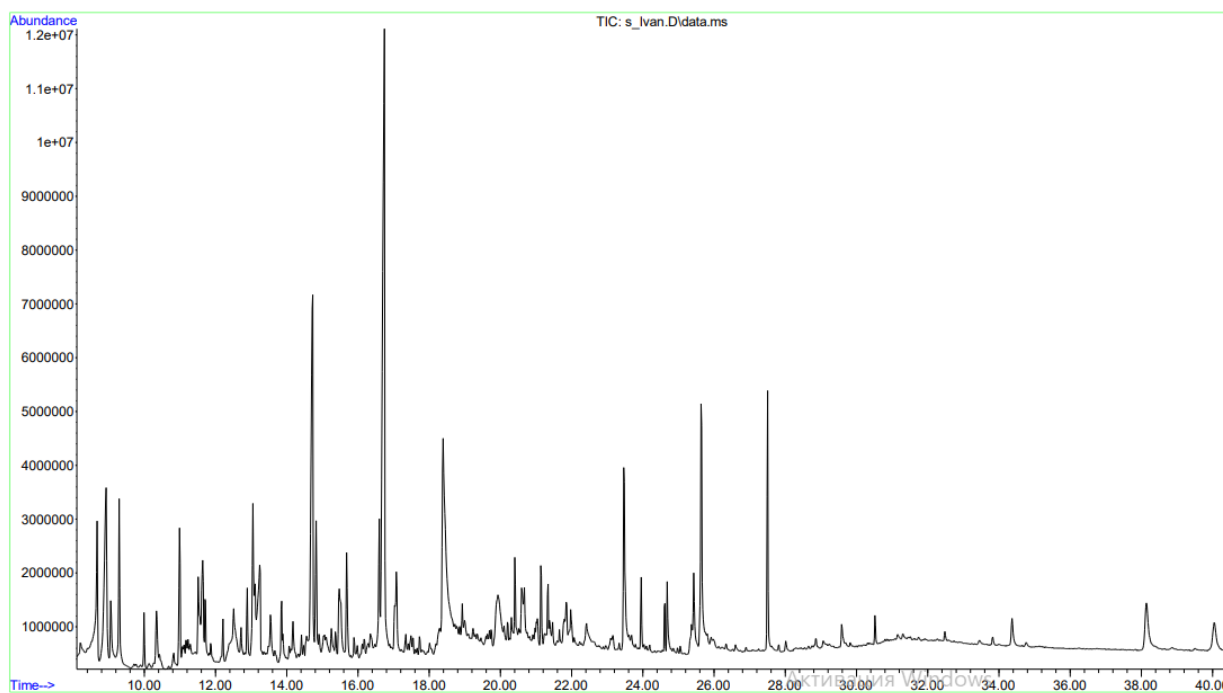
**Analysis methods:** Gas chromatography (GC) method with mass spectrometric detection (Agilent 6890N / 5973N).

**Analysis conditions:** sample volume 1.0 µl, sample injection temperature 260 ° C, without flow division. Separation was carried out using a DB-WAXetr chromatographic capillary column with a length of 30 m, an inner diameter of 0.25 mm, and a film thickness of 0.25 µm at a constant carrier gas (helium) rate of 1 ml / min. The chromatographic temperature is programmed from 40 ° C (10 min exposure) with a heating rate of 5 ° C / min to 270 ° C (10 min exposure). Detection is carried out in the SCAN mode m / z 34-750. Agilent MSD ChemStation software (version 1701EA) was used to control the gas chromatography system, register and process the obtained results and data. Data processing included determination of retention times, peak areas, as well as processing, spectral information obtained using a mass spectrometric detector. To decode the obtained mass spectra, the Wiley 7th edition and NIST'02 libraries were used (the total number of spectra in the libraries is more than 550 thousand).

**Test data.**

Table 1. Results of chromatographic analysis of extract of narrow-leaved fireweed (Ivan tea)

| №  | Retention time, min | Compounds  | Identification probability, % | Percentage, % |
|----|---------------------|--|-------------------------------|---------------|
| 1  | 8.7                 | Propanoic acid, 2-oxo-, methyl ester                             | 88                            | 3.94          |
| 2  | 8.9                 | Furfural   | 90                            | 5.64          |
| 3  | 9.3                 | 2-Furanmethanol  | 93                            | 2.72          |
| 4  | 10.0                | 2-Propanone, 1-(acetyloxy)-                                      | 83                            | 0.62          |
| 5  | 10.3                | 4-Cyclopentene-1,3-dione   | 89                            | 1.81          |
| 6  | 10.8                | Hexanoic acid  | 77                            | 0.45          |
| 7  | 11.0                | 1,2-Cyclopentanedione  | 93                            | 2.38          |
| 8  | 11.5                | Phenol   | 88                            | 2.73          |
| 9  | 11.6                | Butanoic acid, 4-hydroxy-  | 77                            | 2.73          |
| 10 | 11.7                | 2(5H)-Furanone   | 88                            | 1.42          |
| 11 | 11.9                | 2-Pentenal, (E)-   | 73                            | 0.83          |
| 12 | 12.7                | 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-                         | 84                            | 0.93          |
| 13 | 12.9                | Tetrahydrocyclopenta[1,3]dioxin-4-one                            | 70                            | 1.51          |
| 14 | 13.1                | Benzeneacetaldehyde  | 92                            | 4.44          |
| 15 | 13.2                | 2,5-Dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanone                            | 73                            | 3.63          |
| 16 | 14.1                | Phenylethyl Alcohol  | 72                            | 0.26          |
| 17 | 14.2                | 2,3-Dimethylfumaric acid   | 74                            | 1.11          |
| 18 | 14.4                | Maltol   | 85                            | 0.49          |
| 19 | 14.5                | 2,5-Furandicarboxaldehyde  | 75                            | 0.25          |
| 20 | 14.7                | 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-              | 90                            | 9.35          |
| 21 | 14.8                | Pentanal   | 84                            | 2.49          |
| 22 | 15.3                | 4H-Pyran-4-one, 3,5-dihydroxy-2-methyl-                          | 77                            | 0.81          |
| 23 | 15.5                | 1,2-Benzenediol  | 91                            | 2.60          |
| 24 | 16.6                | Ethanone, 1-(3-methyloxiranyl)-                                  | 76                            | 2.32          |
| 25 | 16.7                | 2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl)-                        | 91                            | 17.66         |
| 26 | 17.1                | 2-Methoxy-4-vinylphenol  | 73                            | 2.57          |
| 27 | 18.4                | 1,2,3-Benzenetriol   | 89                            | 10.75         |
| 28 | 18.9                | 4-(2,6,6-Trimethylcyclohexa-1,3-dienyl)but-3-en-2-one            | 78                            | 0.51          |
| 29 | 20.7                | 2(4H)-Benzofuranone, 5,6,7,7a-tetrahydro-4,4,7a-trimethyl-, (R)- | 77                            | 1.74          |
| 30 | 21.1                | Megastigmatrienone   | 87                            | 1.23          |
| 31 | 21.5                | 2-Cyclohexen-1-one, 4-(3-hydroxy-1-butenyl)-3,5,5-trimethyl-     | 72                            | 0.49          |
| 32 | 21.7                | 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol                           | 73                            | 0.55          |
| 33 | 22.0                | 2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-                              | 77                            | 1.18          |
| 34 | 24.0                | 9,10-Dimethyltricyclo[4.2.1.1(2,5)]decane-9,10-diol              | 66                            | 1.09          |
| 35 | 24.7                | Phytol   | 75                            | 1.22          |
| 36 | 29.6                | n-Tetracosanol-1   | 68                            | 0.62          |
| 37 | 30.5                | Squalene   | 80                            | 0.43          |
| 38 | 34.4                | Vitamin E  | 81                            | 0.72          |
| 39 | 38.1                | $\gamma$ -Sitosterol   | 83                            | 2.47          |
| 40 | 40.1                | $\beta$ -Amyrin  | 81                            | 1.31          |



Picture 1. Narrow-leaved fireweed (Ivan tea) extract chromatogram

Analyzing obtained data, it should be noted that the definition of the structure of the herb of narrow-leaved fireweed phenolic compounds. The GC method is suitable for determining the structure of compounds whose molecular ion masses are not so large - for example, sugars, both free and included in the structure of complex molecules.

**Conclusion.** For the first time, the gas chromatography method was used to analyze the component composition of narrow-leaved fireweed. The possibility of using the GC method for analyzing the carbohydrate composition of plant raw materials is shown. As a result of the work, the phenolic components of the herb of narrow-leaved fireweed were identified: Phenol, Phenylethyl Alcohol, Pyrocatechol, Vinylguaiaicol, Pyrogallol and other compounds.

### Bibliography

1. Захаров А.М., Боряев К.И. Поиски флавоноидноносных растений во флоре некоторых районов Киргизии и Казахстана // Растительные ресурсы. 2016. Т. 2, вып. 1. С. 14–27.
2. Arredondo M.F., Blasina F., Echeverry C., Morquio A., Ferreiora M., Abin-Carriquiry J.A., Lafon L., Dajas F. Cytoprotection by *Achyrocline satureioides* (Lam) D.C. and some of its main flavonoids against oxidative stress // *Ethnopharmac.* 2014. Vol. 91. Pp.13–20.
3. Stalikas K. Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids // *Sep. Sci.* 2017. Vol. 30. Pp. 3268–3295.
4. Averett J.E., Kerr B., Raven P.H. Flavonoids of Onagraceae: *Epilobium* sect. *Epilobium* // *Amer. J. Bot.* 2018. Vol. 65. Pp. 567–570.
5. Slacanin I., Marston A., Hostettmann K., Delabays N., Darbellay C. Isolation and determination of flavonol glyco- sides from *Epilobium* species // *J. Chromatogr.* 2011. Vol. 557. Pp. 391–398.
6. Zhang J., Li L., Kim S.H., Hagerman A.E., Junxuan Lü.J. Anti-cancer, anti-diabetic and other

pharmacologic and bio- logical activities of penta-galloyl-glucose // Pharm. Res. 2009. Vol. 26. Pp. 2066–2080.

7. Hoppe H.A. Drogen Kunde. Berlin, New-York, 2015. 1311 s.
8. Ivancheva S., Manolova N., Serkedjieva J., Dimov V., Ivanovska N. Polyphenols from Bulgarian medicinal plants with anti-infectious activity // Basic Life Sci. 2020. Vol. 59. Pp. 717–728.
9. Vitalonea A., McCollb J., Thomeb D., Lucio G., Titaa C.B. Characterization of the Effect of Epilobium Extracts on Human Cell Proliferation // Karger. 2013. Vol. 69. N2. Pp 79–87.
10. Hiermann A., Reidlinger M., Juan H., Samez W. Isolierung des antiphlogistischen Wirkprinzips von Epilobium angustifolium (isolation of the antiphlogistic principle from *Epilobium angustifolium*) // Planta Med. 2011. Vol. 57. Pp. 357–360.
11. Турова А.Д., Сапожникова Э.Н. Лекарственные растения СССР и их применение. М., 2014. С. 303–304.
12. Smillie TJ, Khan IA. A comprehensive approach to identifying and authenticating botanical products. Clin Pharmacol Ther 2015;87:175–86.
13. Zead Helmi Mahmoud Abudayeh, Khaldun Mohammad Al Azzam, Uliana Vladimirovna Karpiuk, Loay Khaled Hassouneh, Amjad Abuirmeileh (Isolation, identification, and quantification of lectin protein contents in chamerion angustifolium l. Dried raw material and the study of its activity using ratuerytroagglutination) // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2016. Vol 8, Issue 2.
14. Саякова Г.М., Датхаем У.М., Кисличеко В.С. Фармакогнозия. Учебник-Москва. Издательство «Литерра», 2019 г. -350 с.

## TÜRKİYE'DE BİYODİZEL ÜRETİMİNE YÖNELİK KENEVİR YETİŞTİRİCİLİĞİNİN YAYGINLAŞTIRILMA OLANAKLARI

### DISSEMINATION OPPORTUNITIES OF HEMP GROWING FOR BIODIESEL PRODUCTION IN TURKEY

**Esra YAZICI**

Yüksek Lisans Öğrencisi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Sorumlu Yazar)  
ORCID: 0000-0002-6033-7671

**Sait ENGİNDENİZ**

Prof. Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, ORCID: 0000-0002-7371-3330

#### ÖZET

Biyodizel, hammaddesini yaygın olarak tarımsal ürünlerden alan, her türlü atık yağdan üretilen ve diğer alternatif enerji kaynaklarına oranla arz miktarı kolaylıkla ayarlanabilen ve depolanabilen önemli bir yakıttır. Günümüzde ticari olarak biyodizel üretildiği bölgeye göre değişmekle birlikte genellikle soya fasulyesi, palm yağı ve kolza tohumundan elde edilmektedir. Bu bitkilerin yanında bir diğer umut vadeden biyodizel kaynağı lifli bir bitki olan endüstriyel kenevirdir. Tohumunda yüksek oranda (%26-%38) yağ barındıran kenevir aynı zamanda düşük karbon içerikli biyoyakıtlar (biyoetanol ve biyobütanol) üretilebilecek içeriğe de sahiptir. Türkiye’de kenevir tarımı ve lif sektörü çok eskilere dayanmaktadır. Ancak Türkiye’de kenevir üretim alanlarında 2011 sonrası ciddi bir düşüş olmuştur. 2016 itibarıyla özellikle lif üretiminde artış gözlenmiştir. Türkiye’de kenevir üretimi, 2016 yılında yayınlanan “Kenevir Yetiştiriciliği ve Kontrolü Hakkındaki Yönetmelik” hükümlerine göre yapılmaktadır. Bu yönetmeliğe göre halen 19 ilde izin almak kaydı ile kenevir üretimi yapılabilmektedir. TÜİK verilerine göre, Türkiye’de 2019 yılında 53.6 hektar alanda kenevir tohumu, 16 hektar alanda ise kenevir lifi üretimi gerçekleştirilmiştir. Aynı yıl, tohumluk üretimde dekara 37 kg, lif üretiminde ise dekara 119 kg verim alınmıştır. Kenevir üretimi çoğunlukla Samsun ilinde gerçekleştirilmektedir. Türkiye 2018 yılında 135 ton kenevir tohumu ithalatı gerçekleştirmiştir. İthalatın yapıldığı başlıca ülkeler Afganistan, Çin ve Kanada’dır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de biyodizel amaçlı kenevir yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılmasına yönelik koşul ve olanakları değerlendirmektir. Çalışmanın ana materyalini farklı kurumlardan sağlanan istatistiksel veriler ve konuyla ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalardan elde edilen bilgiler oluşturmaktadır. Toplanan istatistiksel veriler çizelgeler şeklinde düzenlenmiş, yüzde ve indeks hesaplamaları yapılarak yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kenevir, Kenevir Lifi, Yenilenebilir Enerji, Biyoyakıt, Biyodizel.

#### ABSTRACT

Biodiesel is an important fuel that takes its raw material widely from agricultural products, can be produced from all kinds of waste oil and its supply can be easily adjusted and stored compared to other alternative energy sources. Today, commercially biodiesel is usually obtained from soybean, palm oil and rapeseed, although it varies according to the region where it is produced. Besides these plants, another promising biodiesel source is industrial hemp, a fibrous plant. Containing a high percentage of oil (26% -38%) in its seed, hemp also has a content that can produce low-carbon biofuels (bioethanol and biobutanol). Hemp growing and fiber industry in Turkey is based on very old. However, after 2011, it has been a serious decline in hemp production in Turkey. As of 2016, there has been an increase especially in fiber production. Hemp production in Turkey, entered into force in 2016, "Regulation on Hemp Cultivation and Control" is carried out according to the provisions. According to this regulation, hemp can be produced in 19 provinces with permission. According to TURKSTAT data, in 2019, hemp seed was produced in 53.6 hectare area and hemp fiber was produced in 16 hectare Area in Turkey. In



the same year, a yield of 37 kg per decare was obtained in seed production and a yield of 119 kg per decare in fiber production. Hemp production is mostly carried out in Samsun province. Turkey realized to import 135 tons of hemp seeds in 2018. The main countries where imports are made are Afghanistan, China and Canada. The aim of this study was to evaluate the conditions and possibilities for dissemination of hemp growing for biodiesel production in Turkey. The main material of the study consists of statistical data obtained from different institutions and information obtained from previous studies on the subject. The statistical data collected were arranged as tables and interpreted by making percentage and index calculations.

**Keywords:** Hemp, Hemp Fiber, Renewable Energy, Biofuel, Biodiesel.

## 1. GİRİŞ

Kenevir (*Cannabis sativa L.*) yetiştirmek ve lifleri sayesinde dokuma yapmak çok eski zamanlara dayanmaktadır. Kenevirin menşesine ilk olarak M.Ö 850 yıllarında Asya ve Hindistan'da rastlanmaktadır. İlk amaç olarak tohumundan yağ almak için ekilmeye başlamış ise de daha sonraları elyafından yararlanılmaya başlanılmıştır (Akpınar ve Nizamoğlu, 2019).

FAO'nun 2019 yılı verilerine göre, dünyada 69342 hektar alanda 174027 ton kenevir lifi, 23339 hektar alanda ise 76730 ton kenevir tohumu üretilmiştir (FAO, 2021). Dünyada 32 ülke üreticilerin endüstriyel kenevir yetiştirmelerine izin vermektedir. En fazla kenevir tohumu üreten ülkeler sırasıyla; Fransa, Çin, Rusya ve Şili iken, en fazla kenevir lifi üreten ülkeler sırasıyla; Kuzey Kore, Hollanda, Çin, İtalya ve Şili'dir (Başer ve Bozoğlu, 2020).

Benzer yaprak şekli nedeniyle kenevir, bir başka kenevir bitkisi olan esrar ile sık sık karıştırılmaktadır. En büyük fark, Tetrahidrokannabinol (THC) içeriğidir. Endüstriyel kenevir için %5'ten daha az THC içerirken, esrar %20 THC içerebilir (Anonim, 2019a). İlaç, kâğıt, biyoyakıt, kumaş, kozmetik alanlarından sabun üretimine ve otomotiv sektörüne kadar oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olan kenevir, petrol ve petrokimyanın kullanıldığı her alanda alternatif bir bitkidir (Anonim, 2019b).

Türkiye'de kenevirle ilgili yapılan araştırmalarda genellikle kenevirin yetiştirme tekniği ve kullanım alanları analiz edilmiştir (Gül, 2008; Gedik, 2012; Aytaç ve ark., 2019; Anonim, 2019a, Anonim, 2019b; Aksoy ve ark., 2019; Şahinbaşkan, 2019; Kurtuldu ve İşmal, 2019; Koca, 2019; Acar ve Dönmez, 2019; Aytaç ve ark., 2020; İbiş, 2020; Göre ve Kurt, 2020; Yıldırım ve Çalışkan, 2020; Küçüktopçu ve ark., 2020). Ekonomik yönlerine yönelik yapılan araştırmaların ise oldukça sınırlı olduğu görülmektedir (Aydoğan ve ark., 2020; Yılmaz, 2020; Başer ve Bozoğlu, 2020).

Diğer taraftan, günümüzde sürdürülebilirliğin sağlanması ve doğal dengenin korunması için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının işlenmesi ve kullanılmasının önemi giderek artmaktadır (Türkyılmaz ve Aytaç, 2020). Türkiye'deki başlıca enerji kaynakları linyit, su, jeotermal, rüzgar, güneş ve biyokütle enerjisidir. Biyokütle biyolojik kökenli fosil olmayan organik madde kitlesidir. Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikler olan bitkisel veya hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Biyokütle kökenli en önemli alternatif biyoyakıtlar, biyoetanol, biyodizel, biyogaz, biyometanol, biyodimetil eter, biyoyağ olarak gruplandırılmaktadır (Hatunoğlu, 2010).

Biyodizel, hammaddesini yaygın olarak tarımsal ürünlerden alan, her türlü atık yağdan üretilebilen ve diğer alternatif enerji kaynaklarına oranla arz miktarı kolaylıkla ayarlanabilen ve depolanabilen önemli bir yakıttır. Günümüzde ticari olarak biyodizel, üretildiği bölgeye göre değişmekle birlikte genellikle soya fasulyesi, palm yağı ve kolza tohumundan elde edilmektedir. Bu bitkilerin yanında bir diğer umut vadeden biyodizel kaynağı lifli bir bitki olan endüstriyel kenevirdir. Tohumunda yüksek oranda (%26-%38) yağ barındıran kenevir aynı zamanda düşük karbon içerikli biyoyakıtlar (biyoetanol ve biyobütanol) üretilebilecek içeriğe de sahiptir (Aytaç ve ark., 2019). Bu özelliğinden dolayı, 2016 yılından itibaren Türkiye'de kenevir üretiminin artırılmasına yönelik gerekli yasal ve politik önlemler alınmaya başlamıştır.

## 2. AMAÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de biyodizel amaçlı kenevir yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılmasına yönelik koşul ve olanakları değerlendirmektir.

Çalışmanın ana materyalini farklı kurumlardan sağlanan istatistiksel veriler ve konuyla ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalardan elde edilen bilgiler oluşturmaktadır. Toplanan istatistiksel veriler çizelgeler ve grafikler şeklinde düzenlenmiş, yüzde ve indeks hesaplamaları yapılarak yorumlanmıştır.

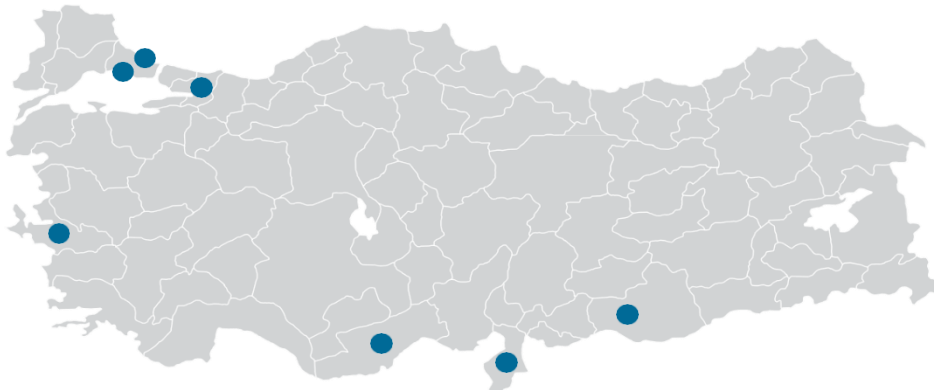
## 3. SONUÇLAR

### 3.1 Türkiye’de Biyodizel Üretimi

Türkiye’nin enerji tüketim hızı, enerji üretim hızından daha fazladır. Bu da, Türkiye’yi bir enerji ithalatçısı yapmaktadır. Enerji, ekonomik ve sosyal gelişim için gerekli olup, Türkiye’deki yaşam kalitesinin artırılması için şarttır. Türkiye’deki başlıca enerji kaynaklarından biri de biyokütle enerjisidir. Biyokütle doğrudan yakılarak veya çeşitli süreçlerle yakıt kalitesi artırılıp, mevcut yakıtlara eşdeğer özelliklerde alternatif biyoyakıtlar (kolay taşınabilir, depolanabilir ve kullanılabilir yakıtlar) elde edilerek enerji teknolojisinde değerlendirilebilir. Atık biyokütle (tahıl kalıntıları, orman ve orman endüstrisi atıkları, hayvan dışkıları, vs.) geleneksel olarak dünyanın birçok yerinde yemek pişirmede ya da ısınmada doğrudan kullanılmaktadır. Dünya enerji tüketiminin yaklaşık %15’i, gelişmekte olan ülkelerde ise enerji tüketiminin yaklaşık %43’ü biyokütleden sağlanmaktadır. Hayvan atıkları, zirai kalıntılar ve meyve çekirdekleri gibi biyokütle kaynakları yakıt olarak doğrudan kullanılacakları gibi, biyogaz, biyokarbon ve biyodizel üretimi için de oldukça elverişli ve yüksek potansiyele sahip ürünlerdir (Anonim, 2017)

Yenilenebilir özellik gösteren, petrol içermeyen ve saf olarak her oranda petrol kökenli yakıtlara kolaylıkla karıştırılabilen biyodizel, dizel araçlarda hiçbir değişiklik yapılmadan kullanılabilir. Ayrıca çevreye daha az emisyon zararı vermekte ve normal motorine oranla çevre ve insan sağlığına zararlı emisyon miktarında önemli azalmalar sağlamaktadır. Ayrıca biyodizel, motor içerisinde yer alan kalıntıların çözülmesine etkili olmakta, motordaki yağlanma derecesini de artırarak motorun verimli çalışmasına katkıda bulunmaktadır. Biyodizel kükürt içermediğinden insan sağlığına zararlı olan SO<sub>2</sub> emisyonu oluşturmamakta, doğada kolayca çözünebilmekte ve böylece çevreye olabilecek zararlı etkileri minimuma indirmektedir. Biyodizel kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, çevreye verilecek olumsuz etkilerin azalması ve özellikle ulaşım sektörünün hava kirliliğine olumsuz etkilerinin önemli ölçüde azaltılacağı yapılan önemli tespitler arasındadır (Yaşar ve Ören, 2008).

Türkiye’de 7 aktif durumdaki biyodizel tesisinde biyodizel üretimi ve satışı gerçekleştirilmektedir (Grafik 1). EPDK verileri doğrultusunda son dört yılın değerlendirilmesine bakıldığında, 2018 yılı itibarıyla Türkiye’de üretilen ve satışı gerçekleştirilen biyodizelde önceki yıllara oranla %40’ın üzerinde bir artış yaşandığı görülmektedir (Çizelge 1). Yine aynı yıl biyodizel sektörü üretiminde kullanılan hammadde türlerine göre bir inceleme yapıldığında ise %30 oranında atık bitkisel yağların, %70 oranında ise bitkisel yağlı tohumların kullanıldığı tespit edilmiştir (Anonim, 2019c).



Şekil 1. Türkiye’de biyodizel yetki belgesi bulunan tesisler

Çizelge 1. Türkiye’de Biyodizel Üretimi

| Yıllar | Biyodizel üretimi (ton) |
|--------|-------------------------|
| 2010   | 7463                    |
| 2011   | 11649                   |
| 2012   | 17732                   |
| 2013   | 21379                   |
| 2014   | 32877                   |
| 2015   | 60945                   |
| 2016   | 64103                   |
| 2017   | 74000                   |
| 2018   | 108609                  |
| 2019   | 130000                  |

Kaynak: Biyodizel Sanayi Derneği, 2021.

Biyodizel kullanım alanları, yakıtın sahip olduğu özellikler nedeniyle oldukça geniştir. Biyodizel yakıt; demiryolları, uçaklar, hayvancılık, kalorifer sistemleri, soba, fener, ısıtıcılar, boya temizleme, motor temizliği, makine yağı, tuğla üretimi, çömlükçilik, inşaat kapıları, petrol temizliği, hidrolik sıvı, gıda kurutulması, kükürt içermeyen seralar gibi birçok alanda tercih edilmektedir (İlleez, 2020).

### 3.2 Türkiye’de Kenevir Üretimi ve Pazarlamasındaki Gelişmeler

Türkiye’de kenevir yetiştiriciliği ve lif sektörü çok eskilere dayanmakla birlikte, yakın zamanda iyice azalmış ve yok olma noktasına gelmiştir. Kastamonu öteden beri kenevir yetiştiriciliği ile ünlenmiş bir ildir. Ancak 2009-2018 yılları arasında Kastamonu’da kenevir tarımı yapılmamıştır. Üreticilerin elinde olan zengin genotip kaynağı kaybolmuştur. Bunda etkili olan nedenlerden biride, 1984 yılında faaliyete giren Taşköprü’de SEKA’ya ait kağıt fabrikasının 1998 yılında özelleştirme kapsamına alınması ve 2004 yılında özelleştirilerek satılmasıdır. Özelleştirme sonrasında fabrikanın kenevir ihtiyacının daha ucuz olduğu için yurt dışından temin yoluna gidilmesi kenevir üretimini bitme noktasına getirmiştir (Anonim, 2019a.; Aytaç ve ark., 2019).

Türkiye’de 1933 yılına kadar kenevir yetiştiriciliği serbest bir şekilde yapılırken, ilk olarak 1933 yılında 2313 Sayılı Uyuşturucu Maddelerin Murakabesi Hakkında Kanun kapsamında kenevir yetiştiriciliğinin sadece kontrollü bir şekilde lif, tohum, sap ve benzeri amaçlarla yapılabileceği esasa bağlanmıştır. İlgili kanunda, önce 1979 yılında sonra da 1990 yılında değişiklikler yapılmıştır. 21.10.1990 tarihli 20672 sayılı yönetmelik uyarınca 20 ilde kontrollü olarak kenevir ekimi yapılabileceği belirlenmiştir. Son olarak 2016 yılında Kenevir Yetiştiriciliği ve Kontrollü Hakkındaki Yönetmelikle 19 ilde kontrollü kenevir yetiştiriciliği yeniden gündeme alınmıştır. Bu iller, Amasya, Antalya, Bartın, Burdur, Çorum, İzmir, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Kütahya, Malatya, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Uşak, Yozgat ve Zonguldak’tır (Taşlıgil ve Şahin, 2017; Kayacan, 2019) (Şekil 2).



Şekil 2. Türkiye’de kenevir yetiştirilebilen iller

Türkiye’de kenevir üretimine farklı kurumlar vasıtasıyla araştırma desteği verilmektedir. Örneğin kenevir üretiminde araştırma ve geliştirme çalışmaları için 2019 yılında Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesinde, 2020 yılında ise Yozgat Bozok Üniversitesinde Kenevir Araştırma Enstitüleri kurulmuştur. Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi faaliyetlerine başlamış ve Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü ile iş birliğiyle gerçekleştirerek Tetrahidrokannabinol (THC) oranı düşük, lif ve sap verimi yüksek Narlısaray kenevir çeşidi geliştirilmiştir (Anonim, 2021).

Tarım ve Orman Bakanlığı, Narlısaray çeşidinin çoğaltılması için TİGEM’i görevlendirmiştir. TİGEM, Narlısaray çeşidinin genetik yapısının bozulmaması için 2019 yılında Gökhöyük işletmesinde 40 dekar alanda sözleşmeli üretimle Vezirköprü’ye bağlı Narlısaray köyünde 127 dekar alanda tohum üretimi gerçekleştirmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından halen üreticilerin yüksek fiyatlarla tohum teminini önlemek amacıyla tohum üretimi ve dağıtımını gerçekleştirilmektedir. Bakanlıkta halen kenevire yönelik uygun destekleme modelinin geliştirilmesiyle ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca kenevir ekiminin yaygınlaşması için kenevir üretimine izin verilen illerde olmak şartıyla 2020 yılında dekar başına 700 TL destek sağlanmıştır (Anonim, 2021). Diğer taraftan, özel sektörün bu alanda ürün talep etmesi ve işleme yönünde teşvik edilmesine de çalışılmaktadır. 11 Ocak 2019 tarihinde, Tarım ve Orman Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, TÜBİTAK ve Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi’nin katılımıyla “Türkiye’de Endüstriyel Kenevir Yetiştiriciliği Raporu ve Eylem Planı” hazırlanmıştır.

Kenevir, gövdesi ile lif, tohumlarıyla yağ elde edilen bir bitki olmasıyla hem endüstri bitkileri ve tıbbi-aromatik bitkiler kapsamında, hem de lif bitkileri kapsamında değerlendirilebilen çok boyutlu bir tarım ürünüdür. Yapılan pek çok çalışmada kenevirin 2.500, bazı kaynaklarda ise 5.000 kadar kullanım alanı olduğu vurgulanmaktadır. Kenevirin lif ve tohumlarının ayrı ayrı ekonomik değeri haiz bulunması ürün çeşitliliğini de artırmıştır. Kenevir, tekstil ve kağıt sanayileri başta olmak üzere plastik (bioplastik, biopolimer üretimi) sanayi, mobilya sanayi, yem üretimi, uçucu yağ üretimi, eczacılık, kozmetik gibi çok geniş bir alanda kullanılmaktadır (Taşlıgil ve Şahin, 2019; Kaya ve Öner, 2020).

Türkiye’de 2010-2019 dönemi kenevir üretimi incelendiğinde, 2016 yılından itibaren tohum ve lif üretiminde artış olduğu görülmektedir. 2017 yılı itibarıyla ise 24 hektar alandan 536 hektara yükseldiği görülmektedir. 2019 yılında 160 dekar alanda lif, 536 dekar alanda tohum üretimi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türkiye’de Kenevir Üretim Alanı, Üretim Miktarı ve Verim

| Yıllar | Üretim alanı (da) |       |                   | Üretim miktarı (ton) |       |                   | Verim (kg/da) |       |
|--------|-------------------|-------|-------------------|----------------------|-------|-------------------|---------------|-------|
|        | Lif               | Tohum | İndeks (2010=100) | Lif                  | Tohum | İndeks (2010=100) | Lif           | Tohum |
| 2010   | 221               | 220   | 100               | 10                   | 7     | 100               | 45            | 32    |
| 2011   | 157               | 140   | 64                | 16                   | 8     | 114               | 102           | 57    |
| 2012   | 63                | 64    | 29                | 6                    | 4     | 57                | 95            | 63    |
| 2013   | 12                | 7     | 3                 | 1                    | 1     | 14                | 83            | 143   |
| 2014   | 10                | 10    | 5                 | 1                    | 1     | 14                | 100           | 100   |
| 2015   | 10                | 10    | 5                 | 1                    | 1     | 14                | 100           | 100   |
| 2016   | 45                | 25    | 11                | 7                    | 1     | 14                | 156           | 40    |
| 2017   | 46                | 24    | 11                | 7                    | 1     | 14                | 152           | 42    |
| 2018   | 55                | 59    | 27                | 7                    | 3     | 43                | 127           | 51    |
| 2019   | 160               | 536   | 244               | 19                   | 20    | 286               | 119           | 37    |

Kaynak: TÜİK, 2021

Türkiye’de özellikle lifleri için kenevir yetiştiriciliği konusunda Taşköprü (Kastamonu) yakın yıllara değin en önemli merkez olmuştur. Tohumları için ise İzmir (Ödemiş, Tire) ve Burdur önde gelmiştir. Gümüşhacıköy (Amasya)’de ise dünya genelindeki en iyi kalite kenevir tohumu üretimi yapılmıştır. Ancak günümüzde kenevir üretimi daha çok Samsun ilinin Vezirköprü ilçesinde gerçekleştirilmektedir (Aytaç ve ark., 2019).

Samsun ilinin Vezirköprü ilçesinde yapılan bir araştırmada, tohum üretimine yönelik kenevir yetiştiriciliğinde dekara üretim masraflarının %89'unu (2145.2 TL) değişken masraflar oluştururken, lif üretimine yönelik kenevir yetiştiriciliğinde dekara üretim masraflarının %88.8'ini (2456.0 TL) değişken masraflar oluşturmaktadır. Üretim masraflarında en fazla payı; tohum üretiminde %30.1, lif üretiminde ise %24.3 ile hasat işçiliği almaktadır (Aydoğan ve ark., 2020).

Kenevir pazarı gelişme halindedir. Kenevir tohumu, yağ sektörüne, işlevsel ve sağlıklı gıda sektörüne ve nutrasötik sektörlere girebilmektedir. Kenevir yağı için kozmetik ve vücut bakım ürünlerinde büyüyen bir pazar vardır. Evcil hayvan ve veteriner pazarları için potansiyeli yüksektir. Kenevir lifi için ise; tekstil, kompozitler, inşaat malzemeleri, hayvan yatakları, kağıt hamuru ve kağıt ürünleri sektörleri önemli pazarlardır (Anonim, 2019a). Kenevir yetiştiriciliğinde lifi makine ile veya geleneksel yöntemle ayırarak pazarlamak, lifi saptan ayırmadan pazarlamaya göre daha az kazançlı hale getirmektedir. Ancak özellikle lif elde edilmek istenildiği durumlarda makineli tarım önerilmektedir (Aydoğan ve ark., 2020).

Türkiye'de kenevir üreticisinin eline geçen fiyatlar Çizelge 3'de sunulmuştur. TÜİK kenevir fiyatlarını 2015 yılına kadar açıklamıştır. FAO'da da Türkiye'deki kenevir fiyatlarına ilişkin bilgi bulunmamaktadır. Beş yıllık dönemde kenevir lifi fiyatlarında artış görülürken, kenevir tohumu fiyatlarında son yıllarda azalışlar kaydedilmiştir.

Çizelge 3. Üretici eline geçen kenevir fiyatları

| Yıllar | Kenevir lifi fiyatı (TL/kg) | Kenevir tohumu fiyatı (TL/kg) |
|--------|-----------------------------|-------------------------------|
| 2010   | 4.00                        | -                             |
| 2011   | 3.83                        | 20.00                         |
| 2012   | 4.00                        | 20.00                         |
| 2013   | 4.17                        | 5.67                          |
| 2014   | 4.50                        | 3.00                          |
| 2015   | 4.50                        | 3.00                          |

Kaynak: TÜİK, 2021

Samsun'un Vezirköprü ilçesinde yapılan bir araştırmada 2018/2019 üretim döneminde üretici eline geçen ortalama kenevir lifi fiyatı 16.3 TL/kg, ortalama kenevir tohumu fiyatı ise 30 TL/kg olarak saptanmıştır (Aydoğan ve ark., 2020).

Kenevir ekim alanlarının artması veya azalmasında kenevirden elde edilen ürünlere olan talep doğrudan etkilidir. Bir ürüne olan talebin belirlenmesinde iç tüketim verileri ve dış ticaret verileri belirleyici rol oynamaktadır (Aydoğan ve ark., 2020). Türkiye'de kenevir üretim alanlarının az ve sınırlı olması sebebi ile kenevir lifi ve kenevir tohumu ihracatı yapılmamaktadır. Ancak 2017 yılında 5140 kg, 2018 yılında ise 1900 kg kenevir tohumunun KKTC ve Libya'ya ihracatının yapıldığı görülmektedir (TÜİK, 2021).

Türkiye'de ihtiyaç duyulan kenevir lifinin büyük bölümü ithalat ile karşılanmaktadır. Türkiye'de kenevir ekim alanlarındaki artışa paralel olarak kenevir lifi ithalatının önümüzdeki yıllarda azalacağı öngörülmektedir. Türkiye'de kenevir lifi ithalatı 2015 yılında 1.1 ton, 2018 yılında 22.9 ton, 2019 yılında ise 916 kg olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021).

Türkiye 2013 yılında 1181 ton, 2014 yılında 809 ton, 2015 yılında 1188 ton, 2016 yılında ise 1168 ton kenevir tohumu ithalatı yapmıştır. Kenevir tohumu ithalatı 2017 yılında 2287 tona çıkmasına rağmen, kenevirin tekrar gündem olmasıyla ithalat azalarak 2018 yılında 135 tona gerilemiştir. İthalatın yapıldığı başlıca ülkeler Afganistan, Çin ve Kanada'dır (TÜİK, 2021).

### 3.3 Türkiye'de Biyodizel Amaçlı Kenevir Yetiştiriciliği İçin Koşul ve Olanaklar

İnsan ve hayvan beslenmesinde kullanılmayan atık ve artıklar enerji amaçlı kullanılmaktadır. Türkiye'de biyodizel arz miktarı yetersizdir, ancak tüketim gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye enerjide büyük oranda dışa bağımlı bir ülke olması dolayısıyla enerji üretimi büyük önem arz etmektedir. Türkiye biyodizel üretimi için yeterli hammaddeye sahip değildir.

Kenevir tohumundan elde edilen yağın biyodizel kaynağı olarak fizibilite araştırmaları yapılmıştır. Soğuk sıkım ile elde edilen yağ iki adımlı transesterifikasyon reaksiyonu ile biyodizele dönüştürülmüştür. Reaksiyon sonucunda %99,5'un üzerinde dönüşüm oranı ve %97 ürün geri kazanım verimi elde edilmiştir. Bu yüksek geri kazanım verimi kenevirden biyodizel üretimi sırasında sabunlaşma nedeniyle ürün kaybının az olduğunu göstermektedir. Kenevirden elde edilen biyodizel ASTM 6751-09'de belirtilen standartlara uymaktadır. Üretilen kenevir biyodizelin ayırt edici özellikleri düşük bulutlanma noktası ve düşük kinematik viskozitedir. Soğuk akışkanlık özellikleri kenevir biyodizelini çekici ve rekabetçi yapmaktadır (Aytaç ve ark., 2019). Ege Üniversitesinde yürütülen "Kenevir Atıklarının Yakıtı Dönüştürülmesi" konulu TÜBİTAK projesi bu açıdan önemli sonuçlar ortaya koymaktadır.

Kenevir bitkisi ve üretimi konusunda üreticilerin bilgi düzeyi yetersizdir. Türkiye'de kenevir üretim alanı ve miktarı yeterli olmamakla beraber ıslah çalışmaları da yetersizdir. Türkiye'de kenevir üretim maliyeti yüksektir ve üretimde yeterli mekanizasyon sağlanamamıştır. Bölge şartlarına adaptasyon sağlamış, tescillenmiş yerli ve milli kenevir çeşitlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Kenevir işleme sanayi ise gelişmemiştir (Anonim, 2018).

Son yıllarda Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından kenevir üretimine 19 ilde müsaade edilmektedir. Türkiye'de kenevir yetiştiriciliği yapacak üreticiler Bakanlığın bitkisel üretim desteklerinden faydalanabilmektedir. Ancak şu an için kenevir üretimine doğrudan sağlanan destekler de olması gerekmektedir. Kenevirin birçok sektör için hammadde kaynağı olması nedeniyle oldukça önemli olmasının yanı sıra, kenevire ait bir pazar ağı bulunmamakta, bu durum kenevirin dış piyasa rekabet gücünü düşürmektedir.

Türkiye'de dekara kenevir verimi diğer ülkelere oranla düşüktür. Üretim ve işletme maliyetlerinin düşürülmesi ve dekara verimin artırılması ise tarım tekniği ve mekanizasyonun geliştirilmesine bağlıdır. Türkiye'de bu sorunları çözmeye yönelik TAGEM destekli, kamu ve özel sektör ortaklığında "Saplarından Lif Elde Edilen Bitkilerde Tarım Teknikleri ve Mekanizasyonun Geliştirilmesi, Üretim ve İşletme Maliyetlerinin Düşürülmesi" projesi katkı sağlayabilecektir. Diğer taraftan, kenevirin yapısında barındırdığı THC oranının düşük olduğu çeşitlerin bölge şartlarına uygun adaptasyonlarının belirlenmesi ve THC oranı düşük kenevir çeşitlerinin geliştirilmesi de önem arz etmektedir. Samsun OnDokuz Mayıs Üniversitesinde yürütülen "Kenevir Popülasyonlarından THC Oranı Düşük Genotiplerin Geliştirilmesi" konulu TÜBİTAK projesi bu açıdan önemlidir. Kenevir üretimini teşvikte en önemli sorunlardan biri ise yeterli destek ve teşviklerin bulunmamasıdır. Türkiye'de önceki dönemlerde kolza ve aspir için uygulanan destekleme politikaları örnek olarak gösterilebilir. Bu örnekler biyodizel üretimine yönelik kenevir yetiştiriciliği için de destekler sağlanabileceğini göstermektedir. Üretimdeki desteğin yanı sıra, üreticilerin kenevir ile ilgili bilgi düzeyinin düşük olması da üreticinin bu üretime yönelmesini güçleştirmektedir. Ancak kenevir yetiştiriciliği için üreticinin bilgi düzeyini arttırmak ve denetim-kontrol noktasında zorluk yaşanmasına yönelik kaygıyı en aza indirmek için yayım çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç vardır.

#### 4. SONUÇ

Kenevir biyodizel sektörü için önemli bir hammadde kaynağıdır ve kenevirden elde edilen biyodizel çevreye daha az zararlıdır. Kenevirden elde edilen biyodizelin birçok avantajı olmasının yanında, diğer tarımsal ürünlere göre maliyeti yüksektir. Biyodizel üretiminde kullanılabilen kenevire devlet desteği sağlanmalıdır ve kenevir üretimi yapılan alanlar artırılmalıdır. Kenevir üretimi hakkında üreticiler bilgilendirilmeli ve üretiminin önemi konusunda bilinçlendirilmelidir. Özellikle kenevir üretimi hakkında bilgi sahibi olan bölgeler ve üreticiler pilot bölge olarak belirlenip üretim teşvik edilmelidir. THC oranı düşük çeşitler geliştirilerek kontrollü ekim ve denetimde kolaylık sağlanmalıdır. Ülke ve bölge adaptasyonlarına uygun çeşitler geliştirilmeli ve tescilli, yerli ve milli kenevir çeşitleri kullanılmalıdır. Devlet kontrollü tohumluk üretimi artırılmalı, üreticinin yüksek fiyatlardan tohum alması önlenmelidir. Üretimde mekanizasyon geliştirilerek üretim maliyetleri düşürülmeli ve dekara verim artırılmalıdır. Sanayici, üretici iş birliği sağlanmalı ve yıllık olarak ihtiyaç duyulan endüstriyel kenevir hammaddesinin karşılanması için sözleşmeli tarım modeli teşvik edilmelidir. Kenevir işleme sanayi geliştirilmeli ve teşvik edilmelidir. Sonuç olarak; belirtilen bu önlemler alınırsa Türkiye'de kenevirden önemli ölçüde yararlanabilecek ve aynı zamanda Türk kenevirinin dış piyasada rekabet gücü de artırılabilir.

## KAYNAKLAR

1. Acar, M., Dönmez, A. (2019). Kenevire Farklı Bir Bakış. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun.
2. Aksoy, D., Aytaç, S., Pashı, R. (2019). Endüstriyel Kenevir (*Cannabis sativa* L.) Gerçeği. 2. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi, 27-29 Aralık, 2019, Samsun, s. 850-858.
3. Akpınar, D., Nizamoğlu, A. (2019). Osmanlı'dan Cumhuriyet'e Kenevir Üretimi. *Turkish Studies - Social Sciences*, 14(4):1223-1236.
4. Anonim. (2017). Türkiye Enerji Görünümü, TMMMOB Makine Mühendisleri Odası, Ankara.
5. Anonim. (2018). Endüstriyel Kenevir Gerçeği Paneli (2-3 Mayıs 2018) Sonuç Raporu, Samsun.
6. Anonim. (2019a). Kenevir Yetiştiriciliği. Oran Kalkınma Ajansı, Kayseri.
7. Anonim. (2019b). Kenevir ve Üretimi Üzerine Bir Değerlendirme, TMMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara.
8. Anonim. (2019c), Biyodizel Endüstri Raporu -1, Biyodizel Sanayi Derneği, İzmir.
9. Anonim. (2021), Kenevir-Kendir Raporu, Ordu Ticaret Borsası, Ordu.
10. Aydoğan, M., Terzi, Y. E., Gizlenci, Ş., Acar, M., Esen, A., Meral, H. (2020). Türkiye’de Kenevir Yetiştiriciliğinin Ekonomik Olarak Yapılabilirliği: Samsun İli Vezirköprü İlçesi Örneği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(1):35-50.
11. Aytaç, S., Gizlenci, Ş., Acar, M., & Yiğen, Ç. (2019). Kenevir Tarımı. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Samsun.
12. Aytaç, S., Başbağ, S., Arslanoğlu, Ş. F., & Ekinci, R. (2020). Lif Bitkileri Üretiminde Mevcut Durum ve Gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, 13-17 Ocak 2020, Ankara, s. 463-491.
13. Başer, U., Bozoğlu, M. (2020). Türkiye’nin Kenevir Politikası ve Piyasasına Bir Bakış, *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 6(2):127-135.
14. Biyodizel Sanayi Derneği. (2021). Biyodizel Üretim İstatistikleri, İzmir.
15. FAO. (2021). Crop Production and Trade Statistics, <http://faostat.fao.org>., Erişim tarihi: 03.04.2021.
16. Gedik, G. (2012). Kenevir Liflerinden Üretilen Kumaşların Optimum Ağartma Koşullarının ve Yöntemlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
17. Göre, M., Kurt, O. (2020). Bitkisel Üretimde Yeni Bir Trend: Kenevir. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 4(1):138-157.
18. Gül, V. (2008). Karadeniz Bölgesindeki Bazı Kenevir (*Cannabis sativa* L.) Tohumlarının Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli. Ordu.
19. Hatunoğlu, E. E. (2010). Biyoyakıt Politikalarının Tarım Sektörüne Etkileri. DPT Uzmanlık Tezi, Ankara.
20. İbiş, D. S. (2020). Samsun İli Kenevir İşletmelerinde Mekanizasyon Kullanım Durumu ve Kenevir Tarımı Swot Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
21. İllez, B. (2020), Türkiye’de Biyokütle Enerjisi, Türkiye Enerji Görünümü 2020 (Editör: Türkyılmaz, O. ve Aytaç, O.). TMMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No:MMO/717, Ankara.

22. Kaya, S., Öner, E. (2020). Kenevir Liflerinin Eldesi, Karakteristik Özellikleri ve Tekstil Endüstrisindeki Uygulamaları. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(1):108-123.
23. Kayacan, Ö. (2019). Kenevir Tarımı. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Samsun.
24. Koca, U. (2019). Her Yönüyle Cannabis. Meslek İçi Sürekli Eğitim Dergisi, Kasım Sayısı, s.43-44.
25. Kurtuldu, E., İşmal, Ö. E. (2019). Sürdürülebilir Tekstil Üretim ve Tasarımında Yeniden Değer Kazanan Lif: Kenevir. Art-e Sanat Dergisi, 12(24).694-718.
26. Küçüktopcu, Y., Saruhan, İ., Yiğit, Ş., Akça, İ. (2020). Kenevir Zararlıları ile Entegre Mücadele. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(2):732-747.
27. Şahinbaşkan, B. Y. (2019). Kenevir Dokuma Kumaşa Enzimatik Ön İşlemlerin Etkisi. International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences, 31(3):208-213.
28. Taşlıgil, N., Şahin, G. (2019). Türk Tarım Hayatında Kenevir / Kendir (Cannabis sativa L.) Yetiştiriciliğinin Yeniden Başlaması ve Yaşanan Gelişmeler, 1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi, 20-22 Haziran 2019, İstanbul.
29. Türkyılmaz, O., Aytaç, O. (2020). Türkiye Enerji Görünümü 2020. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No:MMO/717, Ankara.
30. TÜİK. (2021). Bitkisel Üretim, Fiyat ve Dış Ticaret İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 22.04.2020.
31. Yasar, B., Ören, M.N. (2008). Türkiye’de Yağlı Tohumlardan Enerji Üretimi ve Yağ-Enerji Güvencesinde Yaşanan Sıkıntılar, VIII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Haziran 2008, Bursa.
32. Yıldırım, S., Çalışkan, U. K. (2020). Kenevir ve Sağlık Alanında Kullanımı. Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 44(1):112-136.
33. Yılmaz, A. (2020). Kenevir Ekonomisi ve Endüstriyel Türk Keneviri, Karina Yayınları, Ankara.



**KONYA İLİ TAHIL ÜRETİM DURUMU VE ÖNEMİ**  
KONYA CITY CEREAL PRODUCTION STATUS AND IMPORTANCE

**İsmail ÇİFTÇİ**

Doktora Öğrencisi Konya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü

(Sorumlu Yazar)

**Cennet OĞUZ**

Prof. Dr. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

**Fatma ÇİFTÇİ**

Dr. Konya PTT Baş Müdürlüğü

**ÖZET**

Dünya’da artan nüfus ve gelişmiş ülkelerde sosyo-ekonomik refahın getirisi olan tüketim çeşitliliğinin artması tarım ürünlerine olan talebi artırmıştır. Bunun yanı sıra özellikle iklim değişikliği ve salgın gibi kontrolü zor olan faktörlerin etkisiyle gıda güvencesi ve kendine yeterlilik gündeme gelmiştir. Her geçen gün artan nüfusun beslenmesinde tarım ürünleri önemli rol oynamaktadır. Tarım ürünleri içerisinde ise tahıllar başta gelmektedir. Nitekim insanoğlunun enerji ihtiyacının %55-65’ini tahıllar karşılamaktadır. Tarımsal üretimin, tahıl ile başladığı söylenebilir. Serin iklim tahılları olan buğday, arpa, yulaf, çavdar ve tritikale insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca hayvan besleme ve endüstride geniş kullanım alanları vardır. Bu nedenle tarımsal açıdan üretimi önem kazanmaktadır. Bugün de tahıl üretimi tarımsal üretimin en önemli kısmıdır. Çünkü tahıllar tüm dünyada önemli bir besin maddesi olarak yerini korumaktadır ve temel besin maddesi ekmek olduğu sürece de bu yerini koruyacaktır. Buğday türevleri olan un ve unlu mamuller insanların, arpa ve mısır yoğun olarak hayvan beslenmesinde içerdiği besin maddeleri açısından önemli önceliğe sahiptir. Bu sebeple dünyanın bütün ülkelerinde tahıl üretimi yapılmaktadır. Buna rağmen yapılan üretimle kendi iç tahıl ihtiyacını karşılayabilen ve ürettiği ile doyabilen ülke sayısı oldukça azdır. Bu nedenle çalışmanın temel amacı tahılların dünya, Türkiye ve Konya İlinde üretim alanı, üretim miktarı, ithalat ve ihracat değerleri ortaya konularak karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışmada ikincil verilerden yararlanılmış olup tahıllar durum analizi bakımından önemli katkı sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Tahıllar, Tahıl İstatistikleri, Konya, Türkiye

**ABSTRACT**

The increasing population in the world and the increase in consumption diversity, which is the result of socio-economic prosperity in developed countries, has increased the demand for agricultural products. In addition, food security and self-sufficiency have come to the fore, especially due to factors that are difficult to control such as climate change and epidemics. Agricultural products play an important role in the nutrition of the increasing population every day. Among agricultural products, grains come first. As a matter of fact, grains meet 55-65% of the energy needs of human beings. It can be said that agricultural production starts with grain. Wheat, barley, oats, rye and triticale, which are the cool climate grains, have an important place in human nutrition. In addition, it has wide usage areas in animal feeding and industry. Therefore, agricultural production becomes important. Today, grain production is the most important part of agricultural production. Because grains maintain their place as an important nutrient all over the world and as long as the basic nutrient is bread, it will keep this place. Flour and bakery products, which are derivatives of wheat, have an important priority in terms of nutrients that humans contain in animal nutrition, barley and corn. For this reason, grain production is carried out in all

countries of the world. Despite this, the number of countries that can meet their own domestic grain needs and be satisfied with what they produce is very few. Therefore, the main objective of the work world cereal production area in Turkey and Konya, the amount of production, import and export values put forth comparisons are made. Secondary data were used in the study and cereals will make an important contribution in terms of situation analysis.

**Key Words:** Cereals, Cereal Statistics, Konya, Turkey

## 1. GİRİŞ

Tahıllar buğdaygiller (Gramineae, Poaceae) familyasına (ailesine) ait tek yıllık bitkilerin tohumlarıdır. Buğdaygiller familyasına ait 400 cins ve 4500 tür bulundurmaktadır. Bu kadar geniş cins ve tür zenginliği içerisinde, ekonomik açıdan sadece tanelerinden yararlandığımız 10 cins tahıl olarak adlandırılmaktadır (Gençtan ve ark., 2010). Tahıl ve tahıl ürünlerinde bulunan karbonhidrat, protein ve lifler önemli bir enerji kaynağıdır. Bunun yanı sıra E ve B vitaminleri, sodyum, magnezyum, çinko, azot, fosfor ve potasyum gibi makro ve mikro besin elementlerini de içerirler (McKevith, 2004; Bozhöyük ve ark., 2012). Dünyada günlük enerji ihtiyacının %55-65'i tahıl ürünlerinden sağlanmaktadır. Kalori sağlamada bitkisel gıda maddeleri günlük diyetin %90'ını teşkil etmektedir. Bu oranın %44'ü yalnız başına ekmeğ tarafından karşılanmak üzere %53'ü tahıl ve türevlerince sağlanmaktadır. Protein ihtiyacını karşılamada ise bitkisel kaynaklı gıda maddelerinin payı %77'dir. Bu oranın %50' sini ekmeğ oluşturmakta olup %66'luk kısmı tahıl ve ürünleri tarafından temin edilmektedir (Şanlıer, 2013). Tahıl ürünleri birçok ülkede stratejik rol oynar ve dünya nüfusu için temel besin kaynağıdır (McKevith, 2004). Dünya nüfusunun her geçen gün artması ve bu nüfusu besleyecek olan kaynakların sınırlı olması tarımın önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Yaklaşık 7 milyar olan dünya nüfusunun 2050'li yıllarda 9 milyara yaklaşacağı tahmin edilmektedir (Oğuz ve Bayramoğlu, 2018). Günümüzde artan rekabet, değişen pazar şartları ve ekonomik sistemlerin etkisiyle tarım sektörünün önemi giderek artmaktadır. Bu nedenle ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınmalarında önemli bir yeri olan tarım sektörünün gelecekte de önemli bir sektör olacağını söylemek mümkündür. Bu sebeple de nüfus artışı ile gelişmiş ülkelerde sosyo-ekonomik refahın getirisi olan tüketim çeşitliliği tarım ürünlerine olan talebi de artırmıştır. Artan talebin karşılanması için gerçekleştirilecek üretim artışının iki kaynağı vardır. Birincisi tarım alanlarının genişletilmesi ikincisi ise birim alana veya birim hayvan başına daha fazla verim elde etmektir. Günümüzde ekilebilir tarım arazileri marjinal sınıra ulaşmış olup toplam üretimi artırmak ancak birim alana verimi artırmakla gerçekleştirilebilir. Birim alana verimi artırmak için ise tarımda yeni tekniklerin ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak yeniliklerin kullanılması ile mümkün olacaktır. Yani, iyi ve kaliteli tohum kullanmak, sulama, mekanizasyon, gübreleme, ıslah vb. girdilerin kullanılması ile birim alana verim artışı sağlayarak toplam üretim artırılabilir (Bayramoğlu, 2010). Bu çalışmada Konya ilinde yetiştirilen tahılların üretim ve verim durumları ve ticareti ortaya konularak yıllar itibarıyla karşılaştırmalar yapılarak analiz edilmiştir.

## 2. MATERYAL METOT

Çalışmada ikincil verilerden yararlanılmıştır (FAO ve TÜİK). Dünya, Türkiye ve Konya ilinde yetiştirilen tahılların son otuz yıllık üretim alanı, üretim miktarı, verim durumları ve ticareti yıllar itibarıyla karşılaştırmalar yapılarak yorumlanmıştır.

## 3. DÜNYADA TAHIL ÜRETİM DURUMU

Tarım sektörü, başta insanların besin maddelerinin ihtiyaçlarını karşılaması ve ülke ekonomilerine sağladığı katkılardan dolayı stratejik öneme sahiptir. Tarımsal üretimin, tahıl ile başladığı söylenebilir. Serin iklim tahılları olan buğday, arpa, yulaf, çavdar ve tritikale insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca hayvan beslenmesi ve endüstride geniş kullanım alanları vardır. Bu sebeple dünyanın bütün ülkelerinde tahıl üretimi yapılmaktadır. Buna rağmen yapılan üretimle kendi iç tahıl ihtiyacını karşılayabilen ve ürettiği ile doyabilen ülke sayısı oldukça azdır. Son yıllarda tahıl üretim alanlarında

azalma olmasına rağmen tarımda tohum, gübre, sulama, gübreleme, mekanizasyon gibi verim artırıcı girdilerin kullanılması ile üretimde artışlar yaşanmaktadır.

### 3.1. Dünya Tahıl Ekim Alanları, Verim ve Üretim Durumları

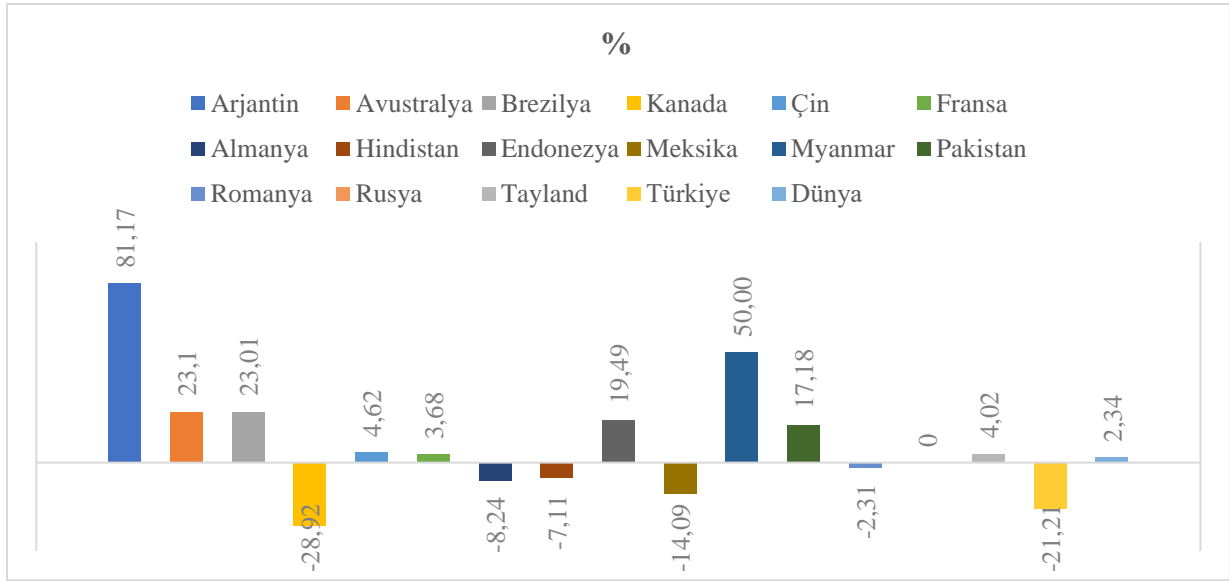
Tahıllar dünya tarımsal üretiminin, ticaretinin ve üretim değerinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Buna göre Tablo 1'de dünyada tahıl üretiminde önde gelen ilk 15 ülke ve Türkiye'nin 1990-2019 tahıl üretim alanları verilmiştir. Dünya'da 1990 yılında 7,07 milyar dekar olan tahıl üretim alanları 2019 yılında %2,34 artış ile 7.24 milyar dekar olmuştur. 2020 yılı itibariyle Dünyada tahıl üretim alanı 979.080.880 da ile Çin ilk sırada, 952.445.300 da ile Hindistan ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye'de 1990 yılında 136.401.200 da olan tahıl üretim alanı 2019 yılında 107.467.390 da alana gerilemiştir (FAO, 2019).

Tablo 1. Dünya tahıl üretiminde ilk 15 ülkenin toplam tahıl ekim alanları (da)

|            | 1990          | 2000          | 2010          | 2019          | Değişim (%) |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| Arjantin   | 85.049.190    | 109.722.980   | 81.557.850    | 154.084.050   | 81,17       |
| Avustralya | 134.287.530   | 175.542.900   | 201.412.560   | 165.307.320   | 23,10       |
| Brezilya   | 185.124.000   | 176.017.180   | 186.012.050   | 227.719.730   | 23,01       |
| Kanada     | 215.478.740   | 182.095.000   | 131.738.000   | 153.153.000   | -28,92      |
| Çin        | 935.832.760   | 856.395.530   | 901.026.680   | 979.080.880   | 4,62        |
| Fransa     | 90.603.540    | 90.897.640    | 93.142.580    | 93.940.400    | 3,68        |
| Almanya    | 69.448.620    | 70.156.900    | 65.874.820    | 63.726.000    | -8,24       |
| Hindistan  | 1.025.365.120 | 1.024.024.000 | 1.000.758.000 | 952.445.300   | -7,11       |
| Endonezya  | 136.604.490   | 152.930.000   | 159.286.760   | 163.226.620   | 19,49       |
| Meksika    | 105.439.210   | 101.397.890   | 99.752.940    | 90.582.950    | -14,09      |
| Myanmar    | 52.213.490    | 71.343.360    | 89.630.130    | 78.319.040    | 50,00       |
| Pakistan   | 118.641.000   | 126.681.000   | 133.323.760   | 139.026.370   | 17,18       |
| Romanya    | 57.040.480    | 54.350.210    | 50.193.190    | 55.725.300    | -2,31       |
| Rusya      | -             | 411.452.000   | 323.537.850   | 434.124.340   | -           |
| Tayland    | 105.364.380   | 112.281.290   | 133.280.780   | 109.602.430   | 4,02        |
| Türkiye    | 136.401.200   | 136.000.740   | 120.145.280   | 107.467.390   | -21,21      |
| Dünya      | 7.076.848.990 | 6.722.462.970 | 6.929.891.390 | 7.242.623.550 | 2,34        |

Kaynak: FAO (2019)

1990-2019 yılları arasında tahıl alanlarını en fazla artıran ülke %81,17 ile Arjantin olmuştur. Türkiye tahıl üretim alanında % -21,21 azalma meydana gelmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Dünya'da 1990-2019 Yılları Tahıl Üretim Alanı Değişimi

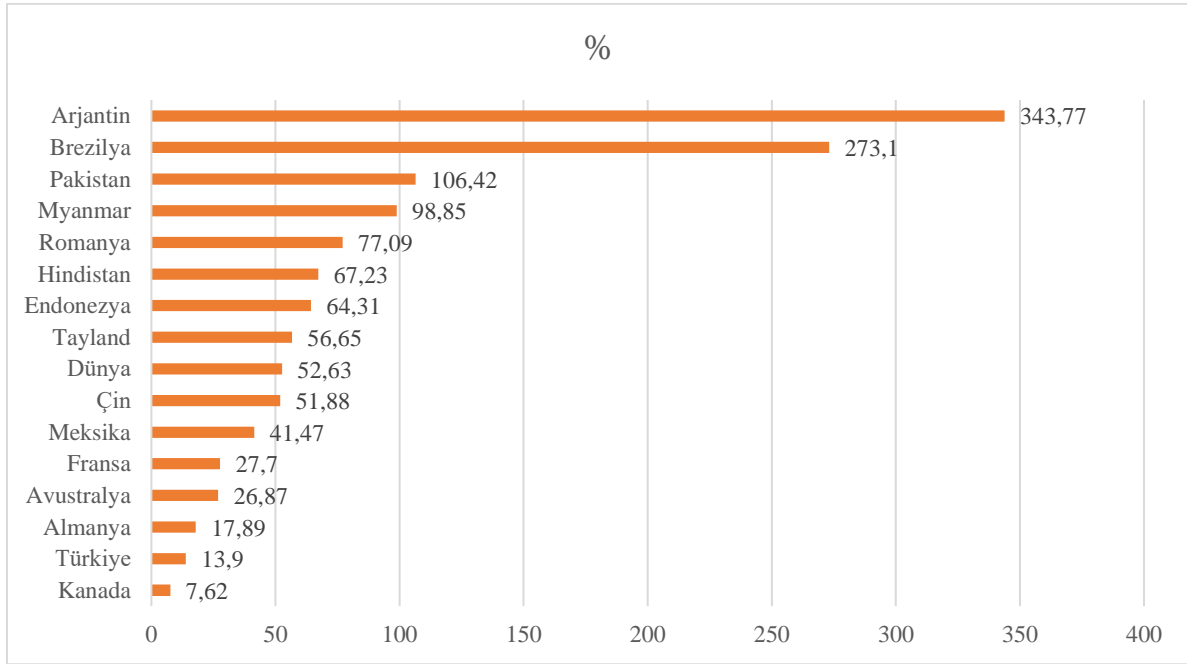
Tablo 2'nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere dünyada 1990 yılında 1,951 milyar ton olan tahıl üretim miktarı 2019 yılında %52,63 artış ile 2,978 milyar ton olmuştur (FAO, 2019).

Tablo 2. Dünya'da Tahıl Üretiminde İlk 15 Ülkenin Toplam Tahıl Üretim Miktarı (Ton)

|            | 1990          | 2000          | 2010          | 2019          | Değişim (%) |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| Arjantin   | 19.142.700    | 37.983.923    | 39.769.212    | 84.948.777    | 343,77      |
| Avustralya | 23.045.332    | 34.446.938    | 33.464.873    | 29.238.704    | 26,87       |
| Brezilya   | 32.490.390    | 46.527.202    | 75.160.152    | 121.222.813   | 273,10      |
| Kanada     | 56.806.235    | 51.090.400    | 46.122.200    | 61.134.500    | 7,62        |
| Çin        | 404.719.096   | 407.336.509   | 497.920.509   | 614.697.756   | 51,88       |
| Fransa     | 55.110.621    | 65.732.235    | 65.839.203    | 70.378.890    | 27,70       |
| Almanya    | 37.579.589    | 45.271.234    | 44.038.739    | 44.302.400    | 17,89       |
| Hindistan  | 193.919.312   | 234.931.192   | 267.838.308   | 324.300.640   | 67,23       |
| Endonezya  | 51.912.780    | 61.575.000    | 77.610.636    | 85.297.388    | 64,31       |
| Meksika    | 25.562.272    | 27.995.057    | 34.925.200    | 36.164.102    | 41,47       |
| Myanmar    | 14.423.776    | 21.785.100    | 34.042.752    | 28.681.784    | 98,85       |
| Pakistan   | 20.957.200    | 30.460.700    | 34.811.258    | 43.260.318    | 106,42      |
| Romanya    | 17.173.554    | 10.477.506    | 16.712.883    | 30.411.970    | 77,09       |
| Rusya      | -             | 64.242.691    | 59.619.074    | 117.868.242   | -           |
| Tayland    | 21.169.497    | 30.529.251    | 40.933.902    | 33.162.862    | 56,65       |
| Türkiye    | 30.201.369    | 32.240.094    | 32.764.875    | 34.398.698    | 13,90       |
| Dünya      | 1.951.724.102 | 2.058.541.782 | 2.460.450.169 | 2.978.982.008 | 52,63       |

Kaynak: FAO (2019)

Ülkeler arasında tahıl üretim miktarında en yüksek artış %343,77 ile Arjantin'de olmuş olup Türkiye'de tahıl üretim alanı azalmasına rağmen üretim miktarında %13,90 artış gerçekleşmiştir (Şekil 2). Verimdeki artışın nedeni ise yeni tekniklerin tarımda kullanılmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 3. Dünya'da Tahıl Üretiminde 1990-2019 Yılları Tahıl Üretim Miktarı Değişimi

Tablo 3'te dünyada tahıl üretiminin yaklaşık %66'sını oluşturan buğday, arpa, mısırın verim durumları incelendiğinde, 2019 yılı itibarıyla ülkeler arasında buğday (749,19 kg/da) ve arpa (697,74 kg/da) verimi bakımından ilk sırada Fransa yer almaktadır. Mısır veriminde ise en yüksek ülke (940,34 kg/da) Türkiye olmuştur. 1990-2019 yılları arasında buğday (%131,47) ve arpa (140,02) verimi açısından en çok değişim Brezilya'da gerçekleşmiş olup mısır verim değişiminde bakımından ilk sıradaki ülke (%265,37) Pakistan'dır. Tahıl verim değişimi hızı gelişmekte olan ülkelerde ön planda yer almasına karşın, gelişmiş olan ülkelerde tarımda yeni teknikler ve teknoloji kullanımının yaygınlaşmasının daha önce gerçekleşmesi nedeniyle verim değişim hızı zamanla yatay bir seyir göstermektedir.

Tablo 4. Dünya'da Tahıl Üretiminde İlk 15 Ülkenin Toplam Tahıl Verimi (Kg/da)

|            | Tahıllar | 1990   | 2000   | 2010   | 2019   | Değişim (%) |
|------------|----------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| Arjantin   | Buğday   | 189,47 | 248,73 | 271,13 | 321,6  | 69,74       |
|            | Arpa     | 219,34 | 291,53 | 397,1  | 407,31 | 85,70       |
|            | Mısır    | 346,08 | 543,29 | 780,4  | 786,15 | 127,16      |
| Avustralya | Buğday   | 163,44 | 182,09 | 157,29 | 169,17 | 3,51        |
|            | Arpa     | 167,66 | 195,22 | 177,87 | 198,78 | 18,56       |
|            | Mısır    | 418,21 | 493,6  | 555,93 | 555,07 | 32,73       |
| Brezilya   | Buğday   | 115,4  | 151,56 | 282,88 | 267,12 | 131,47      |
|            | Arpa     | 149,76 | 194,37 | 331,15 | 359,45 | 140,02      |
|            | Mısır    | 187,35 | 271,82 | 436,67 | 577,34 | 208,16      |
| Kanada     | Buğday   | 227,69 | 244,46 | 280,85 | 335,02 | 47,14       |
|            | Arpa     | 296,8  | 296,07 | 318,58 | 380,66 | 28,25       |
|            | Mısır    | 686,02 | 628,44 | 975,09 | 923,64 | 34,64       |
| Çin        | Buğday   | 319,41 | 373,82 | 474,84 | 562,94 | 76,24       |
|            | Arpa     | 280,61 | 247,29 | 340,23 | 346,15 | 23,36       |
|            | Mısır    | 452,52 | 459,92 | 545,98 | 631,71 | 39,60       |

|                  |        |        |        |        |        |        |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Fransa</b>    | Buğday | 647,87 | 711,75 | 704,05 | 774,28 | 19,51  |
|                  | Arpa   | 568,45 | 633    | 638,52 | 697,74 | 22,74  |
|                  | Mısır  | 601,86 | 907,66 | 882,99 | 852,87 | 41,71  |
| <b>Almanya</b>   | Buğday | 627,34 | 728,26 | 721,2  | 739,64 | 17,90  |
|                  | Arpa   | 535,58 | 585,5  | 629,18 | 678,34 | 26,66  |
|                  | Mısır  | 677,62 | 921,19 | 902,61 | 880,96 | 30,01  |
| <b>Hindistan</b> | Buğday | 212,11 | 277,85 | 283,95 | 353,34 | 66,58  |
|                  | Arpa   | 149,98 | 199,72 | 217,17 | 283,72 | 89,17  |
|                  | Mısır  | 151,78 | 182,16 | 254,01 | 307,02 | 102,28 |
| <b>Endonezya</b> | Buğday | -      | -      | -      | -      | -      |
|                  | Arpa   | -      | -      | -      | -      | -      |
|                  | Mısır  | 213,23 | 276,49 | 443,59 | 543,75 | 155,01 |
| <b>Meksika</b>   | Buğday | 421,43 | 493,55 | 541,85 | 553,08 | 31,24  |
|                  | Arpa   | 187,16 | 245,41 | 251,19 | 269,3  | 43,89  |
|                  | Mısır  | 199,42 | 246,2  | 325,99 | 406,97 | 104,08 |
| <b>Myanmar</b>   | Buğday | 95,44  | 114,94 | 178,19 | 187,99 | 96,97  |
|                  | Arpa   | -      | -      | -      | -      | -      |
|                  | Mısır  | 149,5  | 170,55 | 348,26 | 385,05 | 157,56 |
| <b>Pakistan</b>  | Buğday | 182,49 | 249,07 | 255,28 | 280,59 | 53,76  |
|                  | Arpa   | 84,87  | 95,06  | 84,9   | 96,82  | 14,08  |
|                  | Mısır  | 140,14 | 170,86 | 380,52 | 512,03 | 265,37 |
| <b>Romanya</b>   | Buğday | 323,51 | 229,96 | 270    | 474,88 | 46,79  |
|                  | Arpa   | 357,75 | 214,88 | 256,82 | 418,8  | 17,06  |
|                  | Mısır  | 276,06 | 171,28 | 431,76 | 649,99 | 135,45 |
| <b>Rusya</b>     | Buğday | -      | 161,44 | 191,81 | 270,16 | -      |
|                  | Arpa   | -      | 166,01 | 169,04 | 240,01 | -      |
|                  | Mısır  | -      | 206,6  | 300,86 | 569,87 | -      |
| <b>Tayland</b>   | Buğday | 61,07  | 69,69  | 87,86  | 108,6  | 77,83  |
|                  | Arpa   | 118,31 | 186,9  | 214,26 | 231,48 | 95,66  |
|                  | Mısır  | 240,9  | 367,15 | 417,99 | 449,76 | 86,70  |
| <b>Türkiye</b>   | Buğday | 212,27 | 229,28 | 244    | 278,11 | 31,02  |
|                  | Arpa   | 219,78 | 227,36 | 241,68 | 265,65 | 20,87  |
|                  | Mısır  | 408,03 | 416,05 | 726,14 | 940,34 | 130,46 |
| <b>Dünya</b>     | Buğday | 256,26 | 272,18 | 297,21 | 354,68 | 38,41  |
|                  | Arpa   | 241,57 | 244,64 | 259,46 | 310,81 | 28,66  |
|                  | Mısır  | 369,07 | 432,37 | 517,76 | 582,38 | 57,80  |

**Kaynak:** FAO (2019)

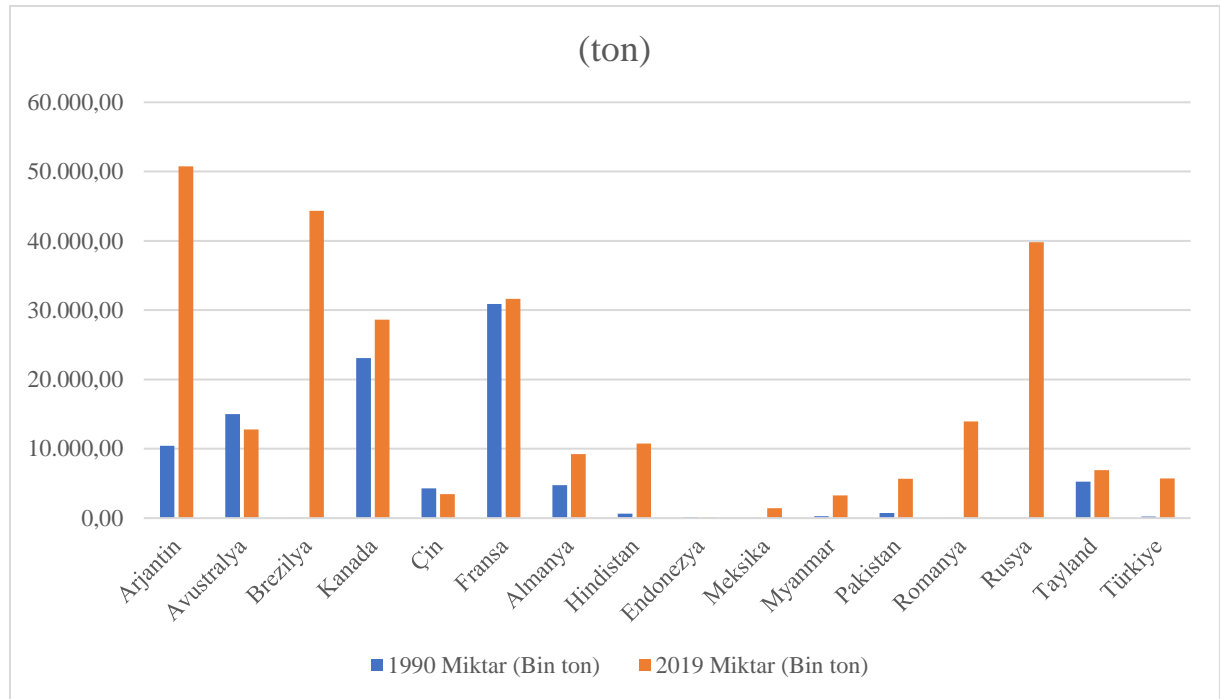
### 3.2. Dünya Tahıllar İhracat ve İthalat Durumları

Tablo 4' te görüldüğü üzere dünyada tahıl ürünlerinin ihracat miktarı ve değerleri gösterilmiştir. 1990 yılında 226.290,93 ton ve 36,4 milyar dolar olan tahıl ihracatı 2019 yılı itibariyle %225,58 oranında artış ile 468.089,42 ton ihracat miktarı ve 118,7 milyar dolar ihracat gerçekleştirilmiştir. 1990 yılında 30,8 milyon ton ihracat miktarı ve 6,4 milyar dolar tahıl ihracatı yapan Fransa ilk sırada yer almıştır. 2019 yılında 50,7 milyon ton ihracat miktarı ve 10,2 milyar dolar ihracat değeri ile Arjantin ilk sıraya yükselmiştir (FAO, 2019).

Tablo 4. Dünya Tahıl Ürünlerinin İhracat Miktarı ve Değeri

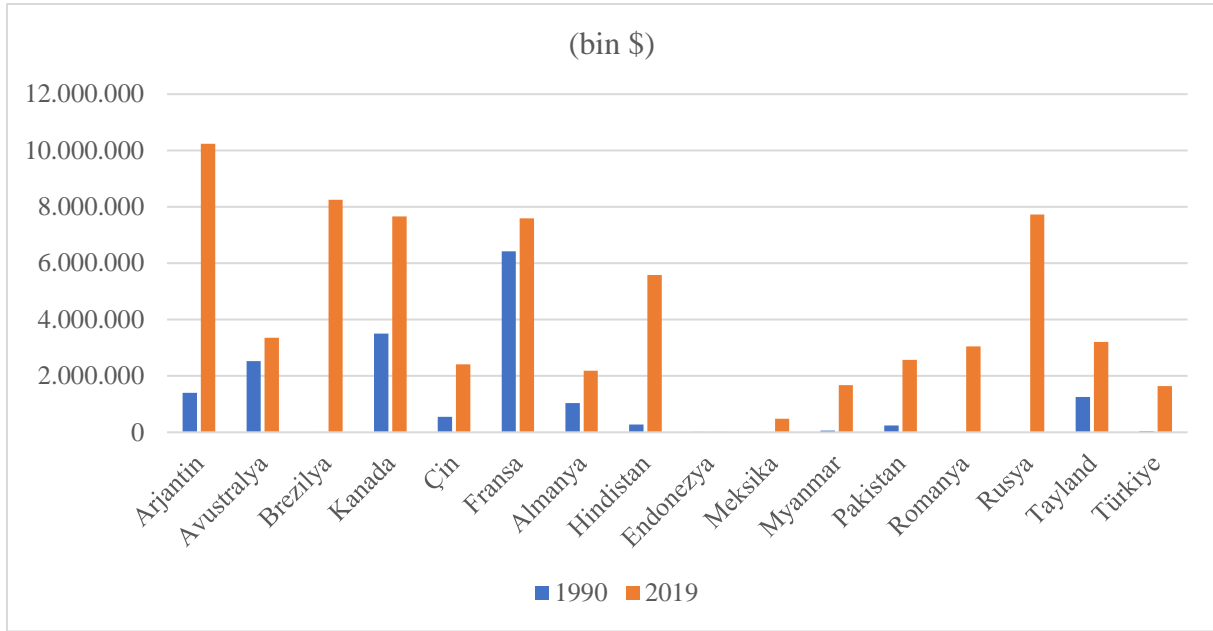
|            | 1990             |                | 2019             |                | Değişim      |              |
|------------|------------------|----------------|------------------|----------------|--------------|--------------|
|            | Miktar (Bin ton) | Değer (Bin \$) | Miktar (Bin ton) | Değer (Bin \$) | Miktar (%)   | Değer (%)    |
| Arjantin   | 10.442,44        | 1.405.919      | 50.738,53        | 10.237.223     | 385,89       | 628,15       |
| Avustralya | 15.013,19        | 2.528.747      | 12.801,60        | 3.353.434      | -14,73       | 32,61        |
| Brezilya   | 5,71             | 1.510          | 44.344,88        | 8.247.781      | 776.926,07   | 546.110,66   |
| Kanada     | 23.092,25        | 3.500.755      | 28.619,79        | 7.663.630      | 23,94        | 118,91       |
| Çin        | 4.307,12         | 544.389        | 3.457,85         | 2.413.564      | -19,72       | 343,35       |
| Fransa     | 30.897,77        | 6.426.771      | 31.631,63        | 7.589.278      | 2,38         | 18,09        |
| Almanya    | 4.732,19         | 1.032.731      | 9.243,80         | 2.180.007      | 95,34        | 111,09       |
| Hindistan  | 652,05           | 277.498        | 10.738,44        | 5.581.924      | 1.546,88     | 1.911,52     |
| Endonezya  | 145,11           | 17.221         | 80,72            | 20.496         | -44,37       | 19,02        |
| Meksika    | 8,09             | 1.632          | 1.449,75         | 479.060        | 17.815,81    | 29.254,17    |
| Myanmar    | 266,64           | 63.434         | 3.262,26         | 1.676.459      | 1.123,48     | 2.542,84     |
| Pakistan   | 743,98           | 241.815        | 5.671,22         | 2.575.043      | 662,28       | 964,88       |
| Romanya    | 0,33             | 134            | 13.957,41        | 3.044.554      | 4.229.419,09 | 2.271.955,22 |
| Rusya      | -                | -              | 39.832,78        | 7.734.087      | -            | -            |
| Tayland    | 5.280,95         | 1.256.740      | 6.911,71         | 3.203.426      | 30,88        | 154,90       |
| Türkiye    | 209,54           | 38.650         | 5.724,26         | 1.641.708      | 2.631,85     | 4.147,63     |
| Dünya      | 226.290,93       | 36.484.873     | 468.089,42       | 118.785.817    | 106,85       | 225,58       |

Kaynak: FAO (2019)



Şekil 3. Dünya Tahıl Ürünleri İhracat Miktarı

1990-2020 arası ihracatını artıran ülkeler başta Romanya olmak üzere Brezilya, Çin, Meksika, Hindistan, Pakistan ve Türkiye olduğu görülmüştür. Türkiye’de 1990 yılında 38,6 milyon dolar olan tahıl ihracatı 2019 yılında %2.858 oranında artış ile 1,6 milyar dolar olmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Dünya'da Tahıl Ürünlerinin İhracat Değeri

Tablo 5'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere dünyada tahıl ürünlerinin ithalat miktarı ve değerleri gösterilmiştir. 1990 yılında 39,5 milyar dolar olan tahıl ithalatı 2019 yılı itibariyle %237,02 oranında artış ile 133,3 milyar dolar olmuştur. 1990 yılında 20,7 milyon ton ithalat miktarı ve 2,3 milyar dolar tahıl ithalatı yapan Çin ilk sırada yer almıştır. 2019 yılında 24,9 milyon ton ihracat miktarı ve 7 milyar dolar ithalat değeri ile yine Arjantin ilk sırada yer almıştır. Türkiye'de 1990 yılında 560,9 milyon dolar olan tahıl ithalatı 2019 yılında %635,86 oranında artış ile 4,1 milyar dolar olmuştur. (FAO, 2019).

Tablo 5. Dünya'da Tahıl Ürünlerinin İthalat Miktarı ve Değeri

|            | 1990             |                | 2019             |                | Değişim    |           |
|------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------|-----------|
|            | Miktar (Bin ton) | Değer (Bin \$) | Miktar (Bin ton) | Değer (Bin \$) | Miktar (%) | Değer (%) |
| Arjantin   | 8,36             | 4.506          | 25,07            | 34.973         | 199,76     | 676,14    |
| Avustralya | 40,44            | 15.210         | 754,55           | 792.491        | 1.765,95   | 5.110,33  |
| Brezilya   | 3.181,75         | 604.471        | 9.977,53         | 2.495.228      | 213,59     | 312,80    |
| Kanada     | 840,19           | 149.468        | 3.306,41         | 1.526.822      | 293,53     | 921,50    |
| Çin        | 20.712,55        | 2.343.580      | 24.948,73        | 7.000.074      | 20,45      | 198,69    |
| Fransa     | 921,98           | 447.855        | 2.228,35         | 1.135.501      | 141,69     | 153,54    |
| Almanya    | 5.339,38         | 1.385.009      | 10.892,18        | 3.001.639      | 104,00     | 116,72    |
| Hindistan  | 131,43           | 34.746         | 608,94           | 142.794        | 363,34     | 310,97    |
| Endonezya  | 1.827,64         | 304.870        | 12.664,27        | 3.485.115      | 592,93     | 1.043,15  |
| Meksika    | 7.598,98         | 1.039.982      | 22.305,81        | 5.200.828      | 193,54     | 400,09    |
| Myanmar    | 6,95             | 1.300          | 552,07           | 177.706        | 7.849,22   | 13.569,69 |
| Pakistan   | 2.047,89         | 404.371        | 55,68            | 22.843         | -97,28     | -94,35    |
| Romanya    | 1.185,66         | 138.063        | 1.902,99         | 457.951        | 60,50      | 231,70    |
| Rusya      | -                | -              | 618,45           | 258.439        | -          | -         |
| Tayland    | 387,26           | 72.521         | 3.717,56         | 913.104        | 859,96     | 1.159,09  |
| Türkiye    | 3.177,03         | 560.949        | 15.450,28        | 4.127.815      | 386,31     | 635,86    |
| Dünya      | 219.062,24       | 39.574.588     | 467.269,00       | 133.375.696    | 113,30     | 237,02    |

Kaynak: FAO (2019)



### 3.3. Türkiye Tahıl Üretim Durumu

Tarım sektörünün son 30 yıllık değişimine bakıldığında 1990 yılında tahıl üretim alanları 137.106.150 dekar olarak gerçekleşmiş olup bu alanın %68'ini buğday ve %24'ünü ise arpa oluşturduğu görülmektedir. Türkiye'de 1990-2020 yılı tahıl ekim alanlarında %-21,05 oranında daralma görülürken, 2020 yılında toplamda 108.242.946 dekar alanda tahıl üretimi gerçekleştirilmiştir. (Tablo 6).

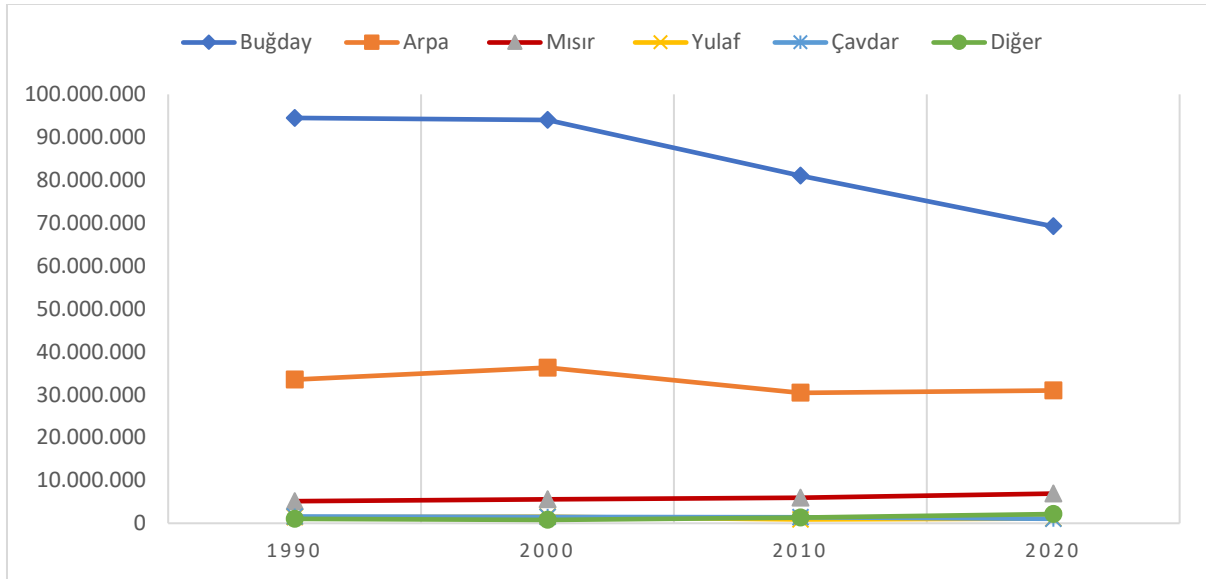
**Tablo 6. Türkiye'de Tahıl Üretim Alanları (Dekar)**

|               | 1990               | 2000               | 2010               | 2020               | Değişim (%)   |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| <b>Buğday</b> | 94.500.000         | 94.000.000         | 81.034.000         | 69.222.364         | -26,75        |
| <b>Arpa</b>   | 33.500.000         | 36.290.000         | 30.400.000         | 30.971.625         | -7,55         |
| <b>Mısır</b>  | 5.150.000          | 5.550.000          | 5.940.000          | 6.916.324          | 34,30         |
| <b>Yulaf</b>  | 1.370.000          | 1.536.000          | 883.900            | 1.132.633          | -17,33        |
| <b>Çavdar</b> | 1.580.000          | 1.470.000          | 1.410.000          | 1.043.651          | -33,95        |
| <b>Diğer</b>  | 1.006.150          | 780.380            | 1.334.814          | 2.145.565          | 113,25        |
| <b>Toplam</b> | <b>137.106.150</b> | <b>139.626.380</b> | <b>121.002.714</b> | <b>108.242.946</b> | <b>-21,05</b> |

**Kaynak:** TÜİK (2020)

Diğer\* = Çeltik, kaplıca, darı, sorgum, tritikale, mahlut

1990-2020 yılları arasında buğday ekim alanı %-26,75 azalma ile 69.222.364 da, arpa ekim alanında %-7,55 azalma 30.971.625 da olmuştur. Mısır üretim alanı buğday ve arpa üretim alanındaki düşüşün aksine %34,30 artışla 6.916.324 da alanda üretimi gerçekleştirilmektedir (Şekil 5).



**Şekil 5. Türkiye Tahıl Ürünlerinin Üretim Alanları (dekar)**

Tablo 7'in incelemesinden anlaşılacağı gibi Türkiye'de 1990 yılında 30.201.369 ton olan tahıl üretim miktarı 2019 yılında %23,13 artış ile 37.187.508 ton olmuştur. TÜİK, 2020). Ürünler itibariyle ekim alanlarında daralma söz konusu olmasına rağmen üretimdeki artışın temel sebebi ise yeni teknik ve teknolojide gelişmelerin uygulanması yani yeniliklerin benimsenmesidir.

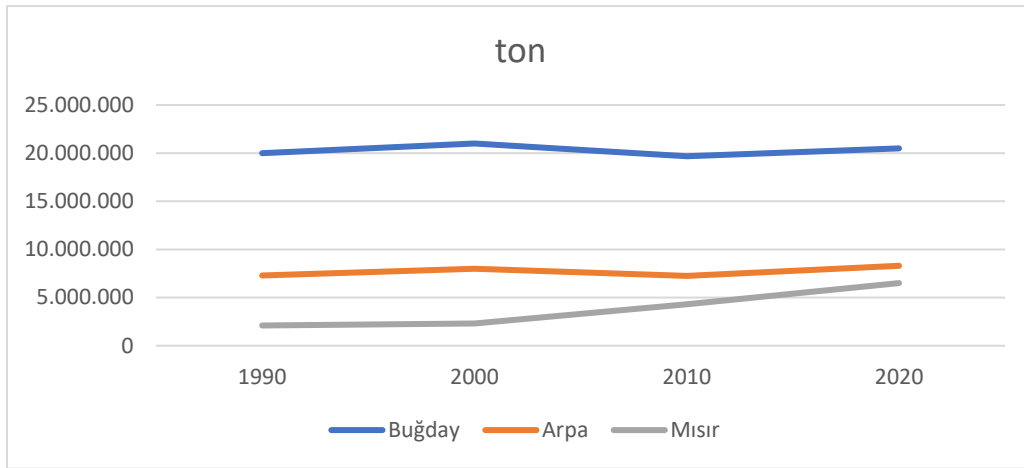
**Tablo 7. Türkiye’de Tahıl Üretim Miktarı (ton)**

|               | 1990              | 2000              | 2010              | 2020              | Değişim (%)  |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| <b>Buğday</b> | 20.000.000        | 21.000.000        | 19.674.000        | 20.500.000        | 2,50         |
| <b>Arpa</b>   | 7.300.000         | 8.000.000         | 7.250.000         | 8.300.000         | 13,70        |
| <b>Mısır</b>  | 2.100.000         | 2.300.000         | 4.310.000         | 6.500.000         | 209,52       |
| <b>Yulaf</b>  | 270.000           | 314.000           | 203.870           | 314.528           | 16,49        |
| <b>Çavdar</b> | 240.000           | 260.000           | 365.560           | 295.681           | 23,20        |
| <b>Diğer</b>  | 291.369           | 374.694           | 969.120           | 1.277.299         | 338,38       |
| <b>Toplam</b> | <b>30.201.369</b> | <b>32.248.694</b> | <b>32.772.550</b> | <b>37.187.508</b> | <b>23,13</b> |

**Kaynak:** TÜİK (2020)

Diğer\*=Çeltik, kaplıca, darı, sorgum, tritikale, mahlut

1990-2020 en yüksek değişim %209,52 oranı ile mısırdadır olmuştur. 1990 yılında 2,1 milyon ton mısır üretimi 2020 yılında 6,5 milyon tona yükselmiştir. Son 30 yılda buğday üretiminde %2,5, arpada ise %13,70 oranında artış gerçekleşmiştir (Şekil 6).



**Şekil 6. Türkiye’de Tahıl Üretim Miktarı**

Tablo 8’de ise Türkiye’de tahılların verim değişimleri gösterilmiştir. 1990 yılında 212 kg/da olan buğday verimi %39,62 kg/da artışla 296 kg/da olmuştur. Yıllar itibariyle değişim arpada %22,94, mısırdaki %130,39, çavdarda %86,18 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2020). Ekim alanlarındaki daralmaya verimdeki artış görülmesinin temel sebebi teknolojinin gelişimiyle yaşanan verim artışıdır.

**Tablo 8. Türkiye’de Tahıl Verim Durumu (kg/dekar)**

|               | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | Değişim (%) |
|---------------|------|------|------|------|-------------|
| <b>Buğday</b> | 212  | 223  | 243  | 296  | 39,62       |
| <b>Arpa</b>   | 218  | 220  | 238  | 268  | 22,94       |
| <b>Mısır</b>  | 408  | 414  | 726  | 940  | 130,39      |
| <b>Yulaf</b>  | 197  | 204  | 231  | 278  | 41,12       |
| <b>Çavdar</b> | 152  | 177  | 259  | 283  | 86,18       |
| <b>Diğer</b>  | 188  | 220  | 363  | 406  | 115,96      |

**Kaynak:** TÜİK (2020)

Diğer\*=Çeltik, kaplıca, darı, sorgum, tritikale, mahlut

### 3.4. Konya İlinde Tahıl Ekim Alanı, Üretim ve Verim Durumu

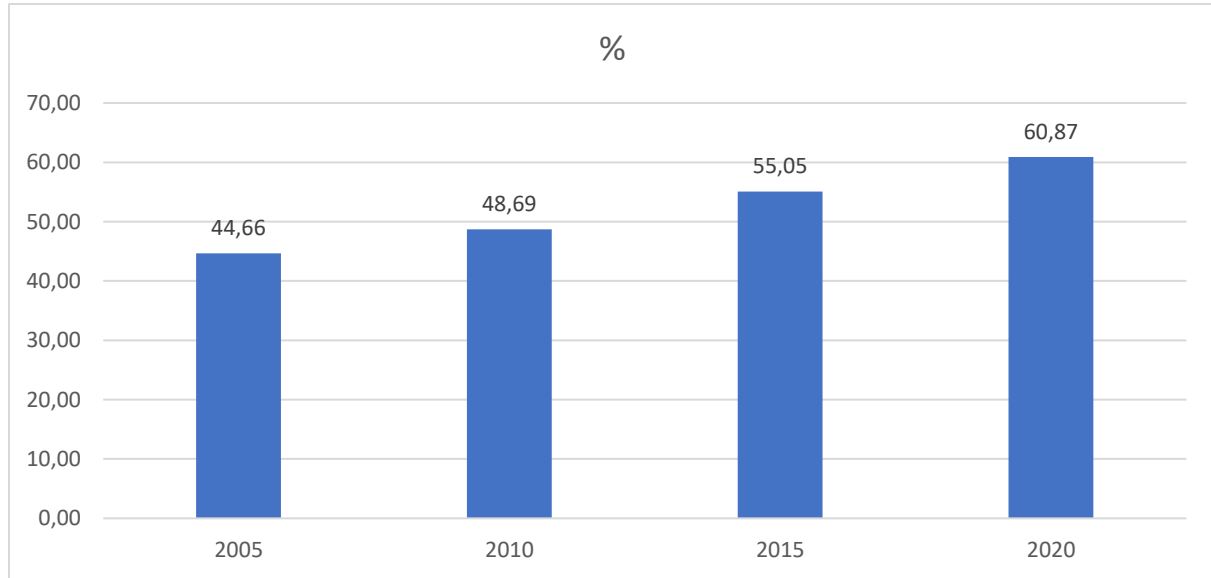
Tablo 9'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere Konya ilinde 2005 yılında 26.170.420 da toplam üretim alanının 11.686.420 da tahılların oluşturduğu görülmektedir. 2020 yılında Konya ilinde toplam tarımsal üretim alanları 18.590.788 dekara gerilemiş, tahıl üretim alanları 11.317.120 olarak gerçekleşmiştir. Toplam tarımsal üretim alanı %-28,96 azalma gerçekleşirken tahıl alanlarında %-3,16 daralma olmuştur (TÜİK, 2020).

**Tablo 9. Konya İlinde Tahılların Üretim Alanları (dekar)**

|       | Tarım Alanları | 2005       | 2010       | 2015       | 2020       | Değişim (%) |
|-------|----------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Konya | Tahıllar       | 11.686.420 | 10.113.193 | 10.592.314 | 11.317.120 | -3,16       |
|       | Toplam         | 26.170.420 | 20.769.209 | 19.239.668 | 18.590.788 | -28,96      |

**Kaynak:** TÜİK (2020)

Konya ilinde 2005 yılında toplam tarımsal üretim alanlarının %44,66'sını tahıl üretimi yapılırken, 2020 yılında tahıl üretim alanı %60,87 olmuştur (Şekil 7).



**Şekil 7. Konya İlinde Tahılların Yıllar İtibariyle Toplam Tarım Alanı İçindeki Değişimi**

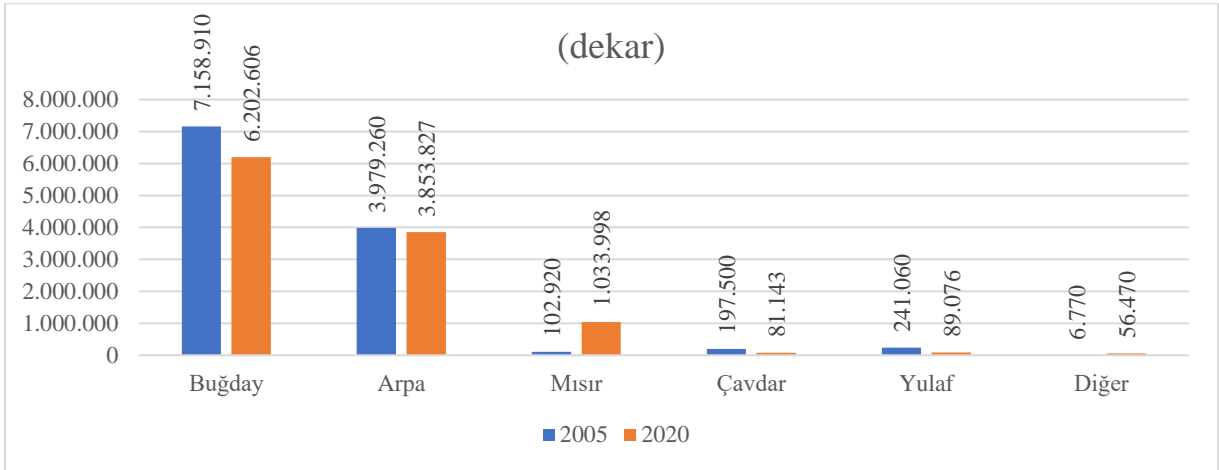
Tablo 10'da Konya ilinde ürünler itibariyle tahıl üretim alanları gösterilmiştir. Konya ilinde 2005 yılında 7.158.910 da buğday, 3.979.260 da arpa ve 102.920 da alanda mısır üretimi yapıldığı görülmektedir. 2020 yılında buğday ekim alanı %-13,36 azalarak 6.202.606 da, arpa ekim alanı %-3,15 daralma ile 3.853.827 da, değişen teknoloji ile birlikte, karlılık oranının yüksek olması nedeniyle mısır üretim alanlarında %904,66 oranında bir artış ile 1.033.998 da olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla 2005 yılında toplam ekim alanları içerisinde %0,88 paya sahip olan mısır, 2020 yılında %11,19'luk bir paya sahip olmuştur (TÜİK, 2020).

Tablo 10. Konya İlinde Tahılların Ekim Alanları (dekar)

|       | Yıllar      | Buğday    | Arpa      | Mısır     | Çavdar  | Yulaf   | Diğer  |
|-------|-------------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|--------|
| Konya | 2005        | 7.158.910 | 3.979.260 | 102.920   | 197.500 | 241.060 | 6.770  |
|       | 2010        | 6.757.705 | 2.960.630 | 154.817   | 172.352 | 63.535  | 4.042  |
|       | 2015        | 7.193.931 | 2.739.015 | 548.861   | 53.288  | 48.068  | 8.291  |
|       | 2020        | 6.202.606 | 3.853.827 | 1.033.998 | 81.143  | 89.076  | 56.470 |
|       | Değişim (%) | -13,36    | -3,15     | 904,66    | -58,91  | -63,05  | 734,12 |

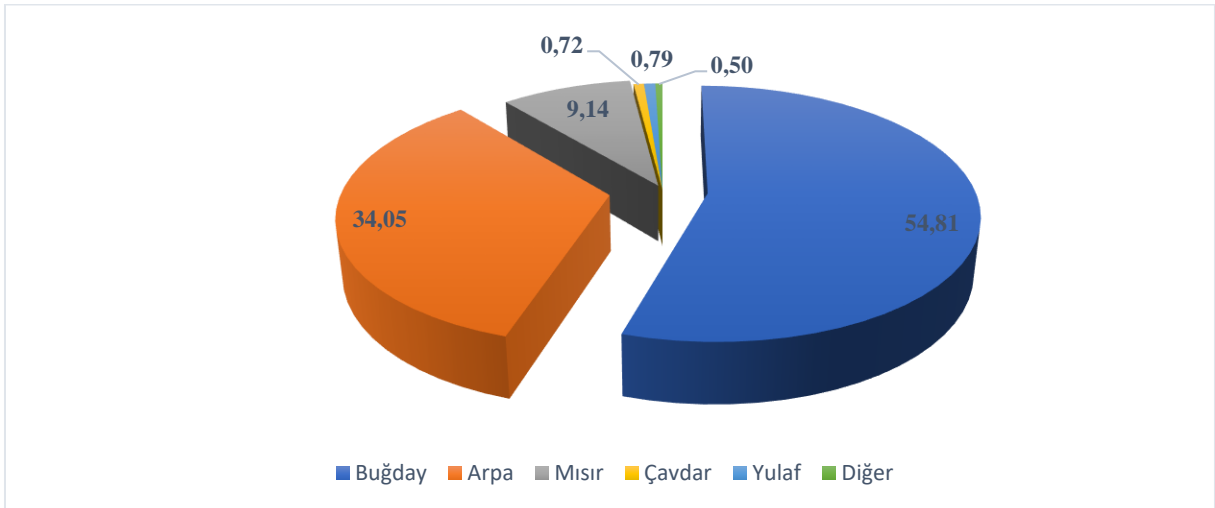
Kaynak: TÜİK (2019)

Diğer\*=Çeltik, kaplıca, darı, sorgum, tritikale, mahlut



Şekil 8. Konya İlinde Tahılların Ekim Alanları

Konya ilinde 2020 yılında toplam tahıl üretiminin %54,81'ini buğday, %34,05 arpa, %9,14'ünü mısır oluşturmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Konya İlinde Tahılların Ürünler İtibariyle Ekim Alanları (%)

Tablo 11 incelendiğinde Konya ilinde 2005-2019 yılları arasında buğday üretim miktarı %42,91, arpa üretim miktarı %44,43 ve mısır üretim miktarı %1.269,10 oranında bir artış görülmesi nedeniyle toplam tahıl üretiminde bir artış yaşanmıştır. Özellikle mısıra yönelik verilen desteklemelerle, 2005 yılında

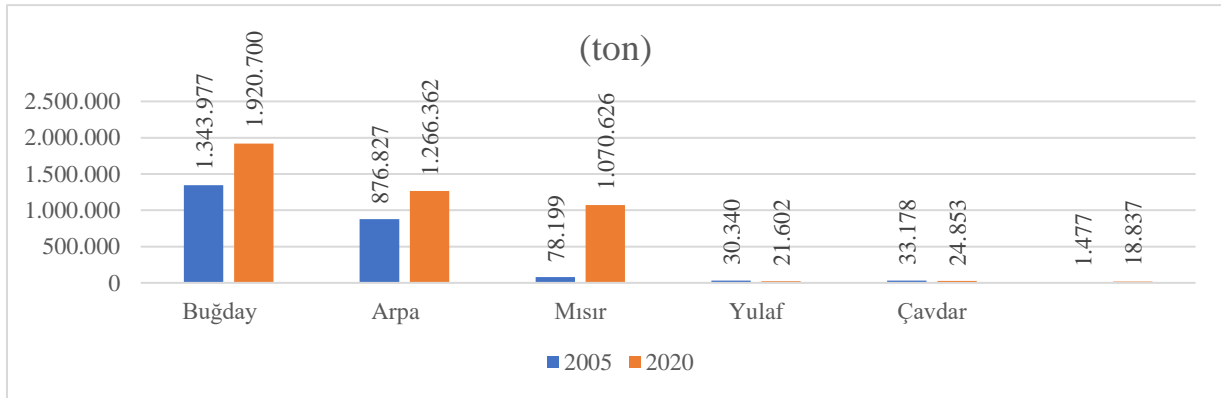
toplam üretimin %3,31'ini, 2019 yılında ise toplam üretimin %24,77'sini mısır oluşturmaktadır. Konya ilinde yeniliklerin benimsenmesi ve teknoloji kullanımının erken benimsenmesi sonucunda verimi Türkiye ortalamasına göre daha yüksektir.

**Tablo 51. Konya İlnde Tahılların Üretim Miktarı (ton)**

|       | Yıllar      | Buğday    | Arpa      | Mısır     | Yulaf  | Çavdar | Diğer*   |
|-------|-------------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|----------|
| Konya | 2005        | 1.343.977 | 876.827   | 78.199    | 30.340 | 33.178 | 1.477    |
|       | 2010        | 1.515.303 | 653.978   | 103.430   | 14.212 | 48.275 | 1.343    |
|       | 2015        | 2.554.256 | 972.570   | 558.190   | 12.418 | 19.042 | 3.228    |
|       | 2020        | 1.920.700 | 1.266.362 | 1.070.626 | 21.602 | 24.853 | 18.837   |
|       | Değişim (%) | 42,91     | 44,43     | 1.269,10  | -28,80 | -25,09 | 1.175,36 |

**Kaynak:** TÜİK (2020)

Diğer\*=Çeltik, kaplıca, darı, sorgum, tritikale, mahlut



**Şekil 10. Konya İlnde Tahılların Üretim Miktarı**

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tahıllar, dünya tarımsal üretiminin, ticaretinin ve üretim değerinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Dünya'da 1990 yılında 7,07 milyar dekar olan tahıl üretim alanları 2019 yılında 7,24 milyar dekara yükselmiştir. 1990 yılında 1,95 milyar ton olan tahıl üretim miktarı 2019 yılına gelindiğinde 2,97 milyar tona yükselmiştir. 2019 yılı itibariyle ülkeler arasında buğday (749,19 kg/da) ve arpa (697,74 kg/da) verimi bakımından en yüksek ülke Fransa'dır. Mısır veriminde ise ilk sıradaki ülke (940,34 kg/da) Türkiye'dir. 1990 yılında 36,4 milyar dolar olan tahıl ihracatı 2019 yılı itibariyle %225,58 oranında artış ile 118,7 milyar dolar olmuştur. 2019 yılında 50,7 milyon ton ihracat miktarı ve 10,2 milyar dolar ihracat değeri ile Arjantin ilk sırada yer almaktadır. Bu dönem içerisinde ihracatını artıran ülkeler başta Romanya olmak üzere Brezilya, Çin, Meksika, Hindistan, Pakistan ve Türkiye'dir. 1990 yılında 39,5 milyar dolar olan tahıl ithalatı, 2019 yılı itibariyle %237,02 oranında artış ile 133,3 milyar dolar olmuştur. 1990 yılında 20,7 milyon ton ithalat miktarı ve 2,3 milyar dolar tahıl ithalatı yapan Çin ilk sırada yer almıştır. 2019 yılında 24,9 milyon ton ihracat miktarı ve 7 milyar dolar ithalat değeri ile yine Arjantin ilk sırada yer almıştır. 1990 yılında Türkiye'de 137 milyon dekar olan tahıl üretim alanı 2020 yılında 108 milyon dekar olarak gerçekleşmiştir. Tahıl üretim alanlarında 1990-2020 yılları arasında %-21 azalma olmuştur. Üretim alanlarındaki azalmaya rağmen üretim miktarı 1990 yılında 30 milyon ton, 2020 yılında 37 milyon ton olmuştur. Türkiye'de buğday ve arpa ekim alanları azalmasına karşılık mısır üretim alanlarında %34,30 artış gerçekleşmiştir. Konya ilinde 2005 yılında 26.170.420 da toplam üretim alanının %44,66'ünü tahıllar oluşturmaktadır. 2020 yılında Konya ilinde toplam tarımsal üretim alanı %-

28,96 oranında bir daralma ile 18.767.688 dekar düşmüş, tahıllar da %-3,16 azalış göstererek 11.317.120 dekar olmuştur. Konya ilinde 2005-2020 yılları arasında buğday üretim miktarı %42,91, arpa üretim miktarı %44,43 ve mısır üretim miktarı %1.269,10 oranında bir artış görülmesi nedeniyle toplam tahıl üretiminde bir artış yaşanmıştır. Konya ilinde mısır bitkisinin yaygınlaşması ve karlılığının artması ile 2005 yılında toplam tahıl üretimindeki oranı %3,31'den 2020 yılında %24,77'ye yükselmiştir.

Toprağın bereketini en güzel yansıtan ürün gruplarından tahıl, insan beslenmesinin ana kaynağını oluşturur. Gerek dünyada gerekse Türkiye'de tarım alanlarının büyük kısmında tahıl üretimi gerçekleştirilmektedir. Bunun en önemli nedeni; temel besin maddesi olan ekmek, bulgur, makarna ve pirinç gibi gıdaların bu ürünlerden elde edilmesinin yanı sıra, mısır ve arpa gibi ürünlerin hayvan beslenmesinde ve ayrıca insan beslenmesindeki önemidir. Nitekim dünyada ve Türkiye'de tarıma elverişli arazilerin yaklaşık %47'lik bölümünde tahıl üretimi yapılmaktadır (Aysu, 2018). Ülkemizde ekilen alanın yaklaşık %60'ın da tahıl üretimi yapılmakta olup Konya ilinin tarım alanlarının %78'in de tahıl üretimi yapılmaktadır (TUİK, 2020). İnsan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yeri olan tahılların artan talebinin karşılanması için tahıl üretiminin artırılması gerekmektedir. Nitekim Tahıl üretiminin artırılmasında üreticilerin mekanizasyon düzeylerinin iyileştirilmesinin yanı sıra, üreticilerin bilgi düzeylerinin artırılması konusunda çalışmalar ve eğitimler verilmelidir. Bilgiye erişimde ve bilgiyi kullanmada en önemli etken eğitim (bilgi edinme) ihtiyaçlarının doğru tespit edilmesi ve edinilen bilginin doğru yerde ve doğru zamanda kullanılmasıdır (Oğuz, 2010). Özellikle iklim değişikliği ve salgın hastalıklar gibi kontrolü zor olan faktörlerin etkisiyle gıda güvenliği ve ülkelerin tarımsal üretim konusunda kendine yeterli durumda olmaları konularının gündemde olması nedeniyle tahılların daha önemli hale gelmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Abdullah, A. Y. S. U. "Buğday: Beslenme Kültürü ve Politikalar", Meltem İzmir Akdeniz Akademisi Dergisi, (4), 82-90.
2. Bozhüyük, A., Özcan, S., Kurdak, H., Akpınar, E., Saatçı, E., Bozdemir, N. (2012), "Sağlıklı Yaşam Biçimi ve Aile Hekimliği", Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care (TJFMPC), 6 (1):13-21.
3. Bayramoğlu, Z. (2010), "Tarımsal Verimlilik ve Önemi", Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 24(3), 52-61.
4. FAO (2019). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Erişim Tarihi: : 29 Mart 2021].
5. Gençtan, T., Öktem, A., İrek, H., Gevrek, M., Baklan, A. (2010), "Sıcak İklim Tahılları Üretim Arttırılması Olanakları", Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara, 307-327.
6. McKeivith, B. (2004), "Nutritional aspects of cereals", British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin 29:111-142.
7. Oğuz, C. (2010), "Tarımsal Yayında Danışmanlık Kavramı Ve Türkiye'de Uygulama Biçimi", Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, 2, 22-24.
8. Oğuz, C., Bayramoğlu, Z., (2018), "Tarım Ekonomisi Kitabı", ISBN: 978-605-63373-3-8. Sertifika No:15833. Atlas Akademi. Mart 2018.
9. Şanlıer, N. (2013), "Tam tahıllar ve sağlık = Ekmek", Standart Ekonomik ve Teknik Dergi, 70-75.
10. TÜİK, (2020), [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) [Erişim Tarihi: : 29 Mart 2021].

## TÜRKİYE'DE ÇAVDAR ÜRETİMİ: SON YILLARDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİN GENEL ANALİZLERİ

RYE PRODUCTION IN TURKEY: GENERAL ANALYSIS OF CHANGES IN RECENT YEARS

**Zeliha ŞAHİN**

Dr. Öğrencisi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü Anabilim Dalı, (Sorumlu Yazar)

**Mustafa Hakkı AYDOĞDU**

Doç. Dr., Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü Anabilim Dalı

### ÖZET

Tahıllar, dünyada olduğu gibi Türkiye’de de insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca hayvan beslenmesinde enerji sağlaması açısından yem kaynaklarının çoğunluğunu oluşturur. Çavdar, Türkiye tahıl üretiminde 3. sırada yer alan önemli tahıllardandır. Son dönemlerde yeterli ve güvenli gıdaya olan talep artmaktadır. Bununla beraber alternatif besin kaynakları da önem kazanmaya başlamıştır. Son zamanlarda çavdar içerdiği lif zenginliği sayesinde buğday unu ile karıştırılıp ekme olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır. Çavdarın yem olarak kullanımının yanı sıra alkol ve viski endüstrisinin de hammaddesini oluşturmaktadır. Türkiye, dünya da çavdar ekim alanı olarak 10.sırada, üretim miktarı olarak 9. sırada yer alır iken verim açısından ise 30. sıradadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’nin son dönemlerdeki çavdar piyasasının üretim miktarı, ekim alanı, verimi, ortalama satış fiyatı, ihracat, ithalat ve dış ticaret dengesinin değerlendirilmesidir. Araştırmada Türkiye İstatistik Kurumu ile Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’nün verilerinden, ilgili sektör raporları ve diğer çalışmalardan faydalanılmıştır. Araştırmada trend analizi yapılmış olup, 2005 ile 2020 yıllarına ait veriler kullanılarak, 2025 yılına kadar projeksiyonlar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Türkiye’de çavdar ekim alanlarının ve üretim miktarının gelecek dönemlerde farklı oranlarda azalma eğiliminde olması beklenirken, verim ve satış fiyatlarının gelecek dönemlerde artma eğiliminde olması beklenmektedir. Bu artışların regresyon katsayıları sırasıyla yaklaşık %76, %8, %80 ve %93 olarak belirlenmiştir. İhracat değerleri yıllara göre aşırı artan ve azalan oranda dalgalanmıştır. Bu durumun iç tüketim talebinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir. İhracatın artması, ithalatın azalması ve dış ticaret dengesinin ihracat trendine geçişi beklenmektedir. Çavdar yetiştiriciliğinde en önemli sorunu verim düşüklüğü olduğu tespit edilmiştir. Tarımsal teknolojilerdeki gelişmeler, sertifikalı tohum, çeşit geliştirilmesi, sulu tarımda ürün deseninde yer verilmesi gibi önlemler ile verim düşüklüğü sorunu çözülebilir. Kamusal tarımsal desteklerde daha fazla oranda yer verilmesi ve yayım faaliyetleri ile ekim, üretim ve verimde artışlar sağlamak mümkündür. Bu çalışma çavdar konusunda güncel verilere yer vermesi açısından da faydalı sonuçlar arz etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çavdar, Üretim Alanı, Üretim Miktarı, Verim, Satış Fiyatları, İhracat, İthalat, Dış Ticaret Dengesi, Türkiye

### ABSTRACT

Cereals, Turkey as well as in the world, has an important place in human nutrition. Rye, ranked 3rd in Turkey are important cereal grain production areas. Demand for adequate and safe food has been increasing recently. However, alternative food sources have begun to gain importance. Nowadays, rye is used as bread mixed with wheat flour thanks to the fiber richness it contains. Turkey, the world as rye acreage in 10th place, it ranks 9th in terms of production amount and 30th in terms of efficiency.

For this purpose, the production amount of rye market in Turkey in the last period, acreage, yield, average selling price, exports, imports and trade balance is assessed. Turkey Statistical Institute in the study with the United Nations Food and Agriculture Organization of the data has benefited from the report and other studies. Trend analysis was carried out in the study, and the data for the years 2005 and 2020 were in the mirror, and the projections were carried out until 2025 today. According to the obtained result of the declining trend in the future in different proportions of rye acreage and production quantities are expected in Turkey, productivity and sales prices in the coming period is expected to be on an upward trend. Arrange the regression coefficients of these increments to about 76%, 8%, 80%, and 93%. It is expected that other exports will decrease, imports will increase and the foreign trade balance will continue in a positive trend. Exports fluctuated at an excessively increasing and decreasing rate over the years. This situation can be interpreted as stemming from domestic demand. It is expected that exports will increase, imports will decrease and the foreign trade balance will shift to the export trend. It has been determined that the most important problem in rye cultivation is low yield. The problem of low yield can be solved by measures such as developments in agricultural technologies, certified seeds, development of varieties, and including the product pattern in irrigated agriculture. Increasing cultivation, production and productivity is possible by including more public agricultural supports and extension activities. This study also provides useful results in terms of including up-to-date data on rye.

**Keywords:** Rye, Production Area, Production Amount, Yield, Sale Price, Exports, Imports, Trade Balance, Turkey

## 1-GİRİŞ

Tahıllar ve tahıl ürünleri dünyada olduğu gibi Türkiye’de de insan beslenmesinde sağlık açısından önemli bir yere sahiptir. Tahıllar günlük hayatın devamını sağlayan temel besin maddesi olarak ekme yapımında kullanılmaktadır (Atik Gürbüz, 2019). Günümüzde bazı tahıllar (çavdar ve yulaf) içerdiği lif sayesinde diyetlerde ekme olarak tüketimi yaygındır. Hayvancılıkta enerji sağlaması açısından yem kaynaklarının çoğunluğunu oluşturur (TMO, 2020). Çavdar Poaceae (buğdaygiller) familyasında yer alan bir tahıldır ve latincesi *Secale Cereale*’dir (Anonim, 2020). Son zamanlarda çavdar içerdiği lif zenginliği sayesinde buğday unu ile karıştırılıp ekme olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır. Serin iklim tahılları içinde yer alan çavdar, Türkiye tahıl üretiminde 3. sırada yer alan önemli tahıllardandır (Ulusal Hububat Konseyi, 2015). Çavdar, sert buğday ve arpadan daha sonra kültüre alınmıştır (Özberk, Karagöz, Özberk, & Atlı, 2016).

Türkler tarımla uğraşmaya başladıkları Neolitik çağlardan beri ekme yaptıkları bilinmektedir. Bu dönemden itibaren tahılları ezip un haline getirmek için taş ve benzeri araç gereçleri kullanarak arpa, mısır, buğday, çavdar, yulaf, burçak gibi tahıllardan ekme elde etmişlerdir. Osmanlı döneminde çavdar ekmeği sıklıkla tüketilen ekme çeşididir (Atik Gürbüz, 2019). Tam çavdar ekmeği diyet amaçlı tüketilmesinin yanı sıra; kan şekerini dengeleme, kabızlık önleme, kalp ve bağırsak sağlığını koruma gibi önemli işlevleri bulunmaktadır. Bu özellikleri ile tam buğday ekmeğine eşdeğerdir (Erbaş Köse & Mut, 2018). Çavdar ekmeği siyah renktedir. Protein bakımından beyaz ekmeğe göre daha zengindir (MEB, 2012). Çavdar, iklim şartlarına buğdaya göre daha dayanıklıdır. Ekimi buğdaydan sonra yapılır ve kendin hastalıklara karşı buğdaydan daha iyi korur (Ulusal Hububat Konseyi, 2015).

Çavdar, verimsiz topraklarda tarımı yapılabilen bir tahıldır. Dünyada, ilk kültüre alındığı yer Rusya ve Trakya’dır (MEB, 2012). Hazar Denizi civarında M.Ö. 3000-4000 yıllarında ilk kültüre alındığı da yapılan tahminler arasındadır (Ulusal Hububat Konseyi, 2015). Günümüzde ana çavdar üretici ülkeler Almanya, Polonya, Rusya Federasyonu, Danimarka ve Belarus’tur (FAO, 2021).



Çavdarın Türkiye de birçok yabancı ve kültür formları mevcuttur. Genelde kumlu, tuzlu ve kireçli toprakların bulunduğu kurak bölgelerde yaygın bulunduğu Doğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Ulusal Hububat Konseyi, 2015). Güneydoğu Anadolu Bölgesi çavdarın en az ekim alanına sahip olduğu yerdir. Çünkü çavdar bitkisi kış mevsiminden sonra generatif döneme girer. Bu dönemde aşırı sıcaklık artışı bitkiyi olumsuz yönde etkiler. Özellikle Güneydoğu Anadolu bölgesinin sahip olduğu sıcak ve kurak havalar, çavdar bitkisinin vejetasyon süresini kısaltır. (MEB, 2012). Çavdar ekimi yapıldığı tarlada yıllarca yetişmeye devam eder. Bunun sebebi çavdarın yabancı çavdar tohumlarını çimlenme yeteneklerini uzun yıllar sürdürmesidir (Ulusal Hububat Konseyi, 2015). Hasat sırasında dökülen çavdar taneleri, diğer yıl yetiştirilecek ürün için yabancı ot özelliği taşır. Çavdar tanelerinin hasat esnasında dökülmelerinin sebebi; geç hasat ve başakçıktaki dış kavuzun tane yi yeteri kadar saramamasıdır.

Türkiye de Aralık ayı 2020 yılı tarımsal destekleme ödemeleri kapsamında Çavdar üretiminde 19 TL/da mazot, 8 TL/da gübre desteği, 6 TL/da yurtiçi sertifikalı tohum kullanım desteği ve 0.08 TL/da yurtiçi sertifikalı tohum üretim desteği verilmektedir. Ayrıca Toprak Analizi Desteği (TL/numune) 40 TL, katı organik-organomineral gübre desteği için 10 TL ödenmesi, tarımsal yayım ve danışmanlık desteği 35TL/da, tek yıllık yem bitkileri desteğinde 60 TL/da, kuru şartlarda ekilişi yapılan yem bitkilerinde 40 TL/da verilmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

2019 yılında dünyada 61 ülkede çavdar tarımı yapılmıştır. Bu veri dünyada ki çavdar üretimin yaygınlığını ortaya koymaktadır. Dünyada 2019 yılına ait çavdar ekim alanları incelendiğinde Polonya, dünyadaki en büyük çavdar üreticisidir. Polonya'dan sonra gelen Rusya Federasyonu ve Almanya en büyük çavdar ekim alanlarına sahiptir. Çavdar; ilk 3 sırada yer alan ülkelerde ekmeklik, geri kalan diğer ülkelerde hayvan yemi olarak tüketilmektedir (MEB, 2012). Ülkemizde genellikle ekmeklik olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de birçok tahıl üretimi yeri ve miktarı doğa koşullarına göre değişim söz konusudur. Çavdar ekim alanları değişmese bile üretim miktarı yıldan yıla iklime bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Türkiye, 2019 yılında dünyada çavdar ekim alanları bakımından 10. sırada yer almaktadır. 2019 yılında dünya ortalama çavdar ekim alanı 69 072 ha iken, aynı yılda Türkiye'nin çavdar ekim alanı 112 027 hektardır. Türkiye'nin çavdar ekim alanı dünya ortalamasının yaklaşık 2 katı bir değerdir (FAO, 2021).

FAO verilerine göre, 2019 yılında dünyada çavdar ekim alanında 3.sırada yer alan Almanya, üretimde ilk sırada yer almaktadır. Almanya'nın 2019 yılı toplam üretim miktarı 3 237 600 tondur. FAO verilerine göre 2019 yılında dünyada ortalama çavdar üretim miktarı 209 860 tondur. Türkiye'nin 2019 yılındaki çavdar üretim miktarı ise 310 000 ton olup, dünya ortalamasından yaklaşık %48 oranında daha fazladır. Türkiye bu üretim miktarıyla dünya çavdar üretiminde 9.sıradadır (FAO, 2021). Son dönemlerde yeterli ve güvenli gıdaya olan talep artmaktadır. Bununla beraber alternatif besin kaynakları da önem kazanmaya başlamıştır. Çavdar dünyada ağırlık kullanım alanı yem sanayidir. Fakat son zamanlarda sağlık açısından sağladığı yararların keşfedilmesiyle yulaf gibi çavdara olan talepte de bir artış meydana gelmiştir. Yulafın kahvaltılık gevrek ve bisküvi kullanımının artmasına benzer şekilde çavdarında ekmek yapımında kullanımının artması, bu talepteki artışın göstergesidir. Türkiye'de çavdar ekim alanı yulaf ekim alanları çok daha düşüktür (Şahin & Aydoğdu, 2021). Ayrıca bu iki ürünün öğütülerek buğday unuyla karıştırılarak ekmek ve benzeri unlu mamullerde tüketimi her geçen gün artmaktadır.

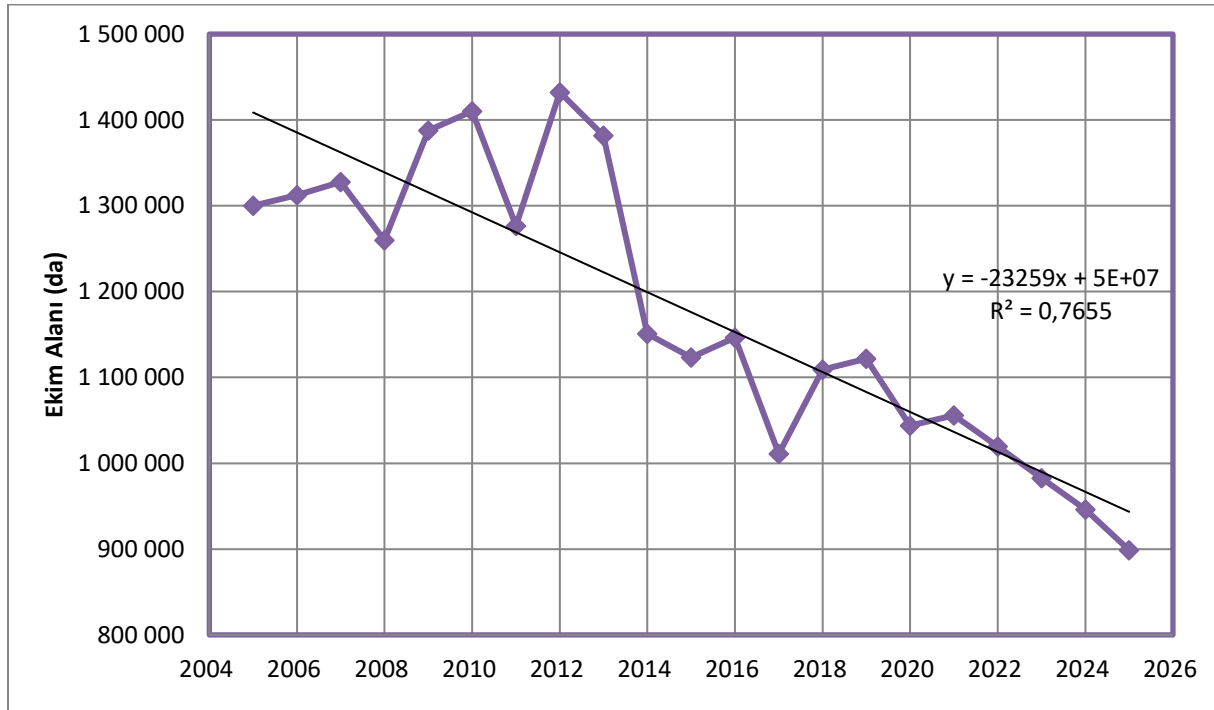
Dünya çavdar veriminde ilk 5 ülke sırayla; Özbekistan, İsveç, Danimarka, İsviçre ve Lüksemburg ülkeleridir. Özbekistan, dünya çavdar ekim alanı ve üretiminde ilk 20 ülke arasında yer almaz iken verimde ilk sırada yer almaktadır. Verilere göre, 2019 yılında dünyada ortalama çavdar verimi 30 350 hg/hektardır. 2019 yılında Türkiye de çavdar verimi 27 672 hg/hektardır. Sonuç olarak; Türkiye çavdar verimi dünya çavdar veriminin altında bir değerdedir. Türkiye, çavdar tarımında verimlilikte dünyada 30. sırada yer almaktadır (FAO, 2021). Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'de son dönemlerde çavdar piyasanın seçilmiş göstergelere dayalı olarak genel bir analizinin yapılarak, elde edilen sonuçlara göre önerilerde bulunup çözüm yollarının aranmasıdır.

## 2-MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerinden, konuyla ilgili sektör raporları ve diğer çalışmalardan faydalanılmıştır. Bu araştırma da ikincil veriler kullanılmıştır. Bu amaçla 2005 ile 2020 yılları arasındaki çavdar üretim alanı, üretim miktarı, verim, satış fiyatı, ithalat ve ihracat verileri kullanılmıştır. Bu veriler ile Microsoft Office programında trend analizi yapılmıştır. Analizlerde 2005 ile 2020 yıllarına ait veriler kullanılarak, 2025 yılına kadar projeksiyonları gerçekleştirilmiş ve regresyon katsayıları belirlenmiştir. Ayrıca konu ile ilgili yapılmış olan diğer çalışmalar ve araştırmalar, sonuçların yorumlanmasında kullanılmıştır.

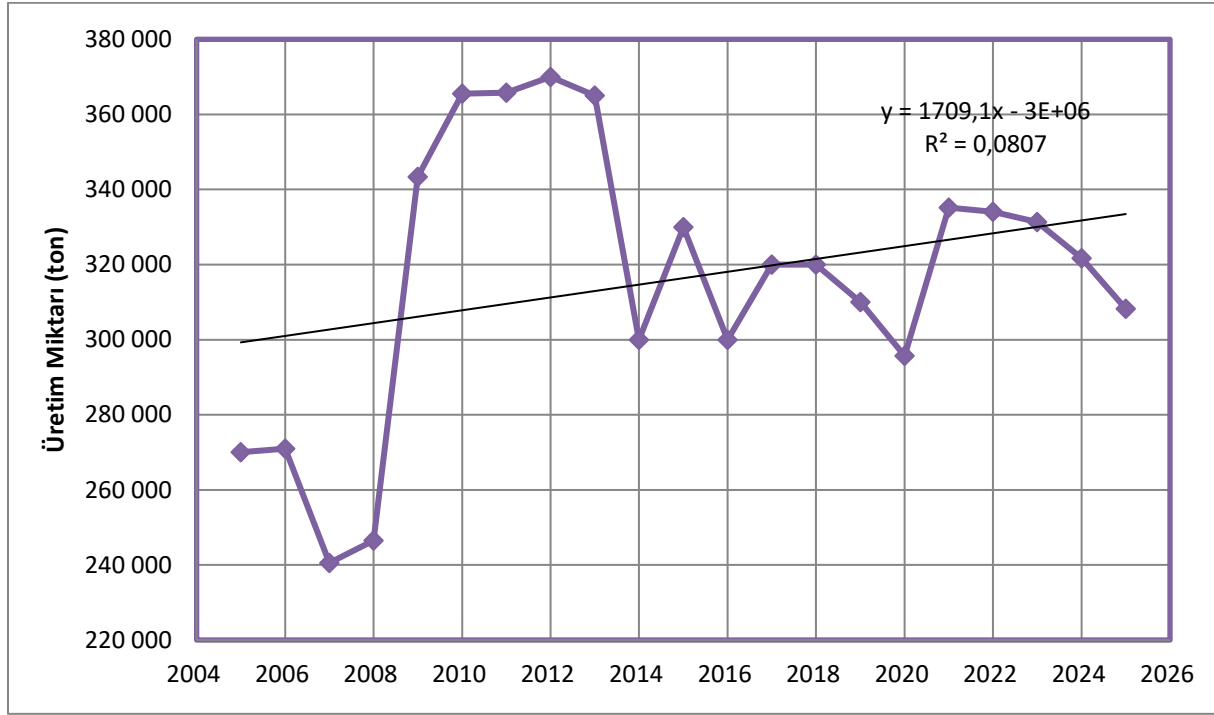
## 3-ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Türkiye’de çavdar ekim alanlarının yıllara göre seyrini belirlemek ve gelecek projeksiyonunu tahmin etmek amacıyla 2005-2020 yıllarına ait TÜİK veriler kullanılarak, 2025 yılına kadar trend analizi yapılmış olup Şekil 1’de gösterilmektedir.



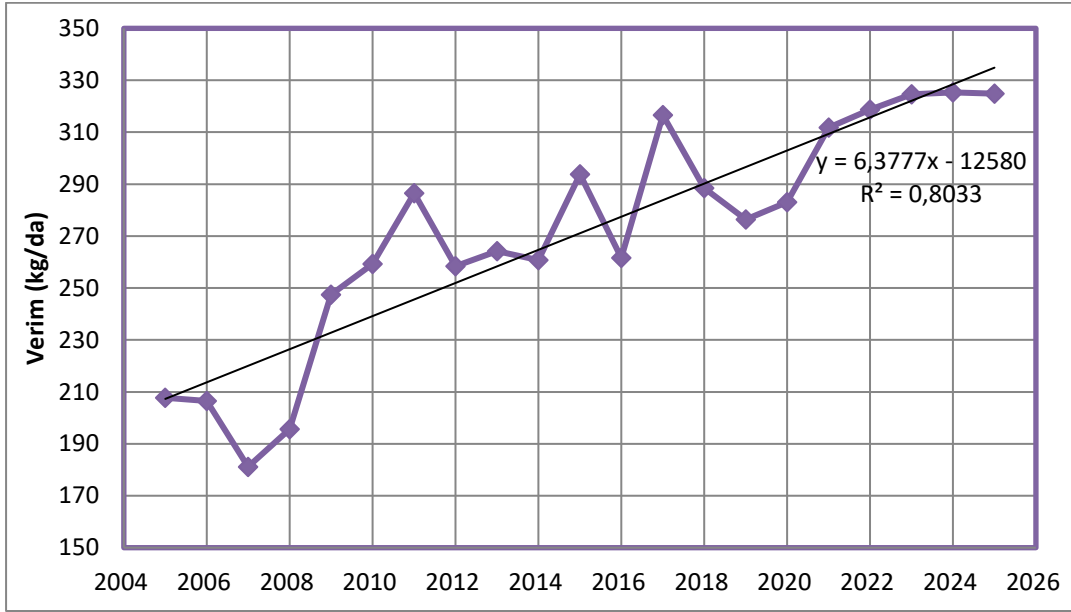
Şekil 1. Türkiye’de 2005-2025 Yılları Arasında Çavdar Ekim Alanı (TÜİK, 2021)

Grafik incelendiğinde ele alınan yıllarda çavdar ekim alanları bazı yıllar hariç genellikle azalma eğiliminde olmuştur. 2005 yılında 1 300 bin dekar olan ekim alanları 2020 yılına kadar yaklaşık 256 bin dekar azalmıştır. Türkiye’de çavdar ekim alanlarında 2005 ve 2020 yılları arasında yaklaşık %20 oranında azalma meydana gelmiştir. Son 16 yılda ortalama çavdar ekim alanı 1 237 bin dekar ve 2020 yılında ki çavdar ekim alanı bu ortalamanın altında bir değerdedir (TÜİK, 2021). 2025 yılına kadar yapılan projeksiyon analizlerinde ise 2020 yılından itibaren Türkiye’de çavdar ekim alanlarının azalma eğiliminin olması beklenmekte olup, regresyon katsayısı %76 olarak tespit edilmiştir. Yıllara bağlı olarak gerçekleşen çavdar üretim miktarları ve gelecek dönem projeksiyonları Şekil 2’de yer almaktadır.



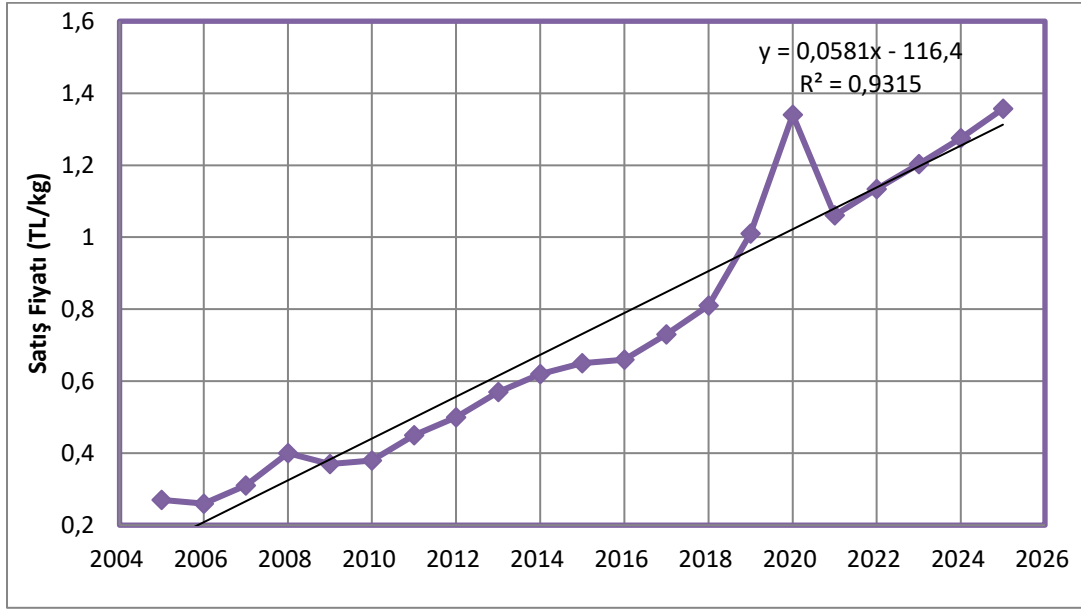
Şekil 2. Türkiye’de 2005-2025 Yılları Arasında Çavdar Üretim Miktarı (TÜİK, 2021)

Buna göre 2005 yılında 270 bin ton olan üretim miktarı 2020 yılında 295 bin tona yükselmiştir. Türkiye de son 16 yıl içinde çavdar üretim miktarında yaklaşık %10 oranında artış meydana gelmiştir. 2025 yılına kadar yapılan projeksiyon analizlerinde ise 2020 yılından itibaren üretim miktarında artma eğiliminin olması beklenmektedir. Regresyon katsayısı %8 olarak tespit edilmiştir. Türkiye’de çavdar verim miktarının yıllara göre seyrini belirlemek ve gelecek projeksiyonunu tahmin etmek amacıyla 2005-2020 yıllarına ait veriler kullanılarak, 2025 yılına kadar çavdar verim değişim grafiği Şekil 3’de gösterilmektedir. 2005 yılında 280 kg/da olan verim, dalgalı bir oranda artış-azalıştan sonra 2020 yılında 283 kg/dekara ulaşmıştır. Buna göre 2005 ile 2020 yılları arasında çavdar veriminde %30 oranında artış meydana gelmiştir. Son 16 yıllık süreçte ortalama verim 255 kg/dekardır ve 2020 yılındaki verim değeri bu değerden yüksektir. Verim artışının gelecek dönemlerde de artış eğiliminde olması beklenmektedir. Regresyon katsayısı %80 oranındadır (TÜİK, 2021). Tarımsal teknolojilerdeki gelişmeler, sulu tarımda ürün deseninde yer verilmesi gibi faktörler çavdar verimini olumlu yönde etkilemiş olması ihtimali yüksektir.



Şekil 3. Türkiye’de 2005-2025 Yılları Arasında Çavdar Verimi (TÜİK, 2021)

Serin iklim koşullarına adapte olan çavdar özellikle yüksek bölgelerde sulanmadan yetişen bir bitkidir. Vejetasyon döneminde bile nem isteği azdır ve bu dönemde 350–400 mm’lik yağış yeterli olmaktadır (MEB, 2012). 2006 yılında bir önceki yıla göre büyük bir değişim olmamıştır. 2007 yılında bir önceki yıla göre çavdar verimi yaklaşık %12,3 oranında azalma tespit edilmiştir. 2007-2011 yılları arasında verimde yaklaşık %58,2 oranında artış gözlenmiştir. 2012 yılında bir önceki yıla oranla %9,8 oranında çavdar veriminde azalma, 2012-2015 yılları arasında verimde %13,7 oranında artış gerçekleşmiştir. 2016 yılında bir önceki yıla göre %10,9 azalma, 2017 yılında bir önceki yıla oranla yaklaşık %21 verimde artış belirlenmiştir (TÜİK, 2021). Çavdarın en çok yetiştirildiği İç ve Doğu Anadolu Bölgesi en çok yağışı ilkbahar mevsiminde almaktadır. 2016 yılında normaline göre yağış miktarında %4, geçen yıla göre ise %2 oranında artış olmuştur. Normale göre, İç Anadolu, Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinin normale göre daha fazla yağış aldıkları görülürken, diğer bölgelerimiz normallerinin altında yağış almıştır (MGM, 2017). 2017-2020 yılları arasında verimde %10,6 oranında azalma meydana gelmiştir. 2017 yılından sonra genel olarak azalmalar meydana gelmiştir. 2017 yılından itibaren sıcaklıklar normallerin üstünde olup, yıllık alansal ortalama toplam yağışı 506,6 mm ile son 39 yılın ortalama yağış normalinin (574 mm) %11,7 altında gerçekleşmiştir. Bu yağış azlığı Türkiye’nin özellikle iç ve doğu kesimlerinde ciddi kuraklıklara meydana gelmiştir (MGM, 2018). Çavdar verim artış ve azalışların da yağış ve iklim koşulları en önemli faktördür. Gelecek dönemler verimin artış eğiliminin olması beklenmektedir. Türkiye’de çavdar satış fiyatının yıllara göre seyrini belirlemek ve gelecek projeksiyonunu tahmin etmek amacıyla 2000-2020 yıllarına ait veriler kullanılarak, 2025 yılına kadar trend analizi yapılmış olup, Şekil 4’de gösterilmektedir. Son 16 yıllık süreçte çavdar satış fiyatlarında 5 kat artış meydana gelmiştir. Trend analizine göre, çavdar fiyatlarının 2025’e kadar yaklaşık %93 oranında bir regresyon katsayısı ile artan oranda olması beklenmektedir (TÜİK, 2021).



**Şekil 3. Türkiye’de 2005-2025 Yılları Arasında Çavdar Satış Fiyatı (TÜİK, 2021)**

Türkiye’de 2005-2020 yılları arasında çavdar satış fiyatları genel olarak yükselen bir eğilimdedir. Fiyatlar genel ekonomik koşullar altında arz ve talebe bağlı olarak değişim gösterir. Arz miktarı, talep miktarını karşılayıncaya kadar fiyatlar artmaya devam edecektir. Türkiye araştırılan dönemde ithalat ve ihracat değerleri yıllara göre dalgalı seyir izlemiştir. Bu durum iç tüketimdeki taleple ilgilidir. Çavdar dış ticaretin değişken bir görünüme sahip olmasına karşın, genel olarak net ithalatçı konumundadır. İthalat değeri; ekim alanlarına, üretim miktarlarına, yurtiçi besin maddesi olarak kullanım düzeyine, insanların besin ihtiyacını karşılayacak tahılların birbiri yerine ikame durumuna ve hayvancılıkta yem endüstrisinin gelişen ihtiyaçlarını karşılayacak hammaddenin birbirinin yerine ikame eden yem bitkilerinin üretim miktarına bağlı olarak yıllara göre değişmektedir. Fakat ithalat ve ihracattaki artış ve azalışları en çok etkileyen faktörlerin; ekim alanları, verim ve iklim koşulları ile açıklanmak mümkündür. 2018-2025 yılları arasında çavdar ihracat değerlerinde artış, ithalat değerlerinde azalma eğiliminde eğilimin olması öngörülmektedir. Dış ticaret dengesi dengesinin yaklaşık % 10 oranında ihracat trendine geçişi beklenmektedir (TÜİK, 2021).

#### 4-SONUÇ

Türkiye dünyada çavdar ekim alanı ve üretim miktarı sıralamalarında birbirine yakın sıralamalarda yer alıp ilk 10 ülke arasında yer almaktadır. Bu durumun aksine verim çok düşük düzeydedir. Türkiye çavdar verimi dünya çavdar veriminin altında bir değerdedir ve çavdar yetiştiriciliğinde en önemli sorun verim düşüklüğüdür. Verim düklüğünün bazı nedenleri; ekili çavdar çeşidi, iklim koşulları ve kuru tarım gibi nedenlerdir. Trend analizine bakıldığında, çavdar ekimi alanlarının her geçen gün azalması, üretim miktarı, verim ve ortalama satış fiyatları artış göstermesi eklenmektedir. Gelecek 5 yılda verimde artış beklenmesinin sebebi; artan teknolojinin gelişmesi, artan sulama alanları, verimi yüksek tohum kullanımı gibi faktörlerdir. Çavdar serin iklim tahılları arasında besin maddelerince fakir topraklarda (kumlu-tınlı ve killi) ve bataklıklarda en iyi yetişebilen bitki olduğu için bu alanların değerlendirilmesi için en başta gelen seçeneklerdendir. Ayrıca çoraklaşmış topraklarda da çavdar tarımı yapılabilir çünkü tuz yoğunluğuna dayanıklı bir bitkidir (MEB, 2012). Bu yüzden bu alanların değerlendirilmesinde önem taşımaktadır. Bu yüzden, çavdar ekim alanlarının yaygınlaştırılması için teşvik edici politikaların izlenmesi ve üreticinin desteklenmesi gerekmektedir. Tarımsal yayım faaliyetlerinde çavdara daha fazla yer verilmesi, gerekli ve ayrı önem arz etmektedir. Son dönemler

tüm dünyada çavdarın sağlığa faydalarına dikkat çekilmesi, çavdarın un ve unlu mamuller sanayinde kullanımını da beraberinde getirmiştir (Ulusal Hububat Konseyi, 2020). Özellikle çavdarın ekmeği olarak tüketimi artmıştır. Fakat bu artış diyet amaçlı kullananlar için geçerlidir. Çünkü çavdar ekmeği fiyatı yüksek olduğundan birçok insan için bu faktör çaldırıcı bir faktör olmaktadır. Birçok insanı ulaşabileceği bir gıda olması için çavdar üretiminin artırılması gerekmektedir. Çavdar ekim alanları genişletilmeli ve üretimi artırıcı kamu politikaları ile üreticiler daha fazla desteklenmelidir. Türkiye'de nüfus artışı, un ve unlu mamullerin tüketimindeki artırıacaktır. Bu durum tahıllara olan ihtiyacı artıracaktır. Trend analizlerine göre; ihracat değerlerinde artış, ithalat değerlerinde düşüşün gerçekleşmesi ve dış ticaret fazlasının artması beklenmektedir. Çavdarın rekabetçi bir tahıl ürünü olabilmesi için daha fazla kamusal politikalar ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu durum Türkiye'nin dış ticaretine de olumlu yönde etki edecektir. Bu araştırma çavdar ile ilgili güncel verileri kapsamı ve gelecek dönem öngörülerini içermesi açısından önem arz etmektedir. Bu araştırma karar vericilere ve tarımsal politika oluşumu sağlayanlara faydalı veriler sunmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Anonim. (2020). Çavdar. 04. 25. 2021 tarihinde Türkçe Bilgi: <https://www.turkcebilgi.com/%C3%A7avdar> adresinden alındı
- Atik Gürbüz, İ. (2019). Osmanlı Dönemi Metinlerinde Ekmek ve Ekmekle İlgili Anlam Çerçevesi. Akademik Dil ve Edebiyat Dergisi , 3 (4), 348-376.
- Erbaş Köse, Ö. D., & Mut, Z. (2018). Tahıl ve Tahıl Ürünlerinin İnsan Beslenmesi ve Sağlık Açısından Önemi, Yozgat'ta Tahılların Durumu. III. ULUSLARARASI BOZOK SEMPOZYUMU, Bildiri Kitabı (s. 1121-1130). Yozgat: BOZOK ÜNİVERSİTESİ VAKFI .
- FAO. (2021). Production, Crops, Rye, Area harvested, Yield, Production. 04 18, 2021 tarihinde FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> adresinden alındı
- MEB. (2012). SERİN İKLİM TAHİLLARİ YETİŞTİRİCİLİĞİ 1. 04.24. 2021 tarihinde TARIM TEKNOLOJİLERİ: [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Serin%20%C4%B0klım%20Tah%C4%B1llar%C4%B1%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi%201.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Serin%20%C4%B0klım%20Tah%C4%B1llar%C4%B1%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi%201.pdf) adresinden alındı
- MGM. (2017). 2016 Yılı İklim Değerlendirmesi. 04 26, 2021 tarihinde T.C.ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/arastirma/yagis-degerlendirme/2016alansal.pdf> adresinden alındı
- MGM. (2018). 2017 Yılı İklim Değerlendirmesi. 04. 08. 2021 tarihinde T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2017-iklim-raporu.pdf> adresinden alındı
- Özberk, F., Karagöz, A., Özberk, İ., & Atlı, A. (2016). Buğday Genetik Kaynaklarından Yerel ve Kültür Çeşitlerine; Türkiye'de Buğday ve Ekmek. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi , 25 (2), 218-233.
- Şahin, Z., & Aydoğdu, M. H. (2021, Mart 15-16). Türkiye'de Son Dönemlerde Yulaf Tarımının Genel Değerlendirmesi. EURO ASIA 8th. INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES , 107-113.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2021). Tarımsal Destekler. 02. 20. 2021 tarihinde <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Tarimsal-Destekler> adresinden alındı

TMO. (2020). Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü. 04. 24. 2021 tarihinde 2019 Yılı Hububat Sektör Raporu: <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf> adresinden alındı

TÜİK. (2021). Tarımsal Ürün Fiyatları ve Üreti değerleri, Bitkisel Üretim Denge Tabloları, Bitkisel üretim İstatistikleri, Hayvancılık İstatistikleri. 04. 08. 2021 tarihinde Tarım-Veri tabanları-İstatistiksel Tablolar: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> adresinden alındı

Ulusal Hububat Konseyi. (2020). 2019-2020 ÜRETİM YILI. 04. 21. 2021 tarihinde BUĞDAY-ARPA- ÇAVDAR-YULAF ÜRETİM TAHMİNİ RAPORU: <http://www.uhk.org.tr/tr/wp-content/uploads/2020/06/uhknisan2020bolgesel.pdf> adresinden alındı

Ulusal Hububat Konseyi. (2015). Arpa-Çavdar-Yulaf-Tritikale Raporu. Konya: Ulusal Hububat Konseyi.

## TÜRKİYE'DE SON DÖNEMLERDEKİ KORUNGA TARIMININ GENEL DEĞERLENDİRİLMESİ

### GENERAL EVALUATION OF RECENT PERIODS OF SAINFOIN FARMING IN TURKEY

**Zeliha ŞAHİN**

Dr. Öğrencisi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü Anabilim Dalı

(Sorumlu Yazar)

**Mustafa Hakkı AYDOĞDU**

Doç. Dr., Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü Anabilim Dalı

#### ÖZET

Tarımsal üretim, dünyada birçok ülkede ekonomik yaşamlarında önemli bir yere sahiptir. Dünyada artan nüfusla beraber tarımsal üretimin önemli kollarından olan hayvancılıkta önem kazanmıştır. Hayvancılık sektörünün gelişimi için önemli yere sahip olan yem sektörü, günümüzde yem bitkileri ürün çeşitliliğinde artış göstermesinin yanı sıra korunga son yıllarda üretimi artan çok yıllık yem bitkilerindedir. Günümüzde arıcılık için önemli polen ve nektar kaynağı olarak görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de son dönemlerde korunga üretim miktarı, ekim alanı, verimi, ortalama satış fiyatı ve uygulanan politikaların değerlendirilmesidir. Araştırmada Türkiye İstatistik Kurumu ile Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün verilerinden ve konuyla ilgili sektör raporları ile diğer çalışmalardan faydalanılmıştır. Çalışmada yöntem olarak 2005 ile 2020 yıllarına ait veriler kullanılarak, 2025 yılına kadar Excel de trend analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre Türkiye'de korunga ekim alanlarının, üretim miktarının, veriminin ve fiyatlarının gelecek dönemlerde farklı oranlarda artma eğiliminde olacakları öngörülmektedir. Artış eğilimlerinin yaklaşık regresyon katsayıları sırasıyla; %77, %92, %86 ve %88 olarak belirlenmiştir. Üretim miktarı ve ekim alanlarında ki artış, verim ve fiyattaki artıştan daha az olması beklenmektedir. Verimde ki artış eğiliminde olması gelişen tarımsal teknolojileri, tohum çeşitlerinin geliştirilmesi, sulu tarımda ürün deseninde yer verilmesi ve kaba yem sektörünün gelişmesi gibi faktörlerden kaynaklandığı öngörülmektedir. Ayrıca kamusal tarımsal desteklerde daha fazla oranda yer verilmesi ve bu konuda yayım faaliyetleri ile de hem ekim ve hem üretimde artışlar sağlanabilir. Bu araştırma özellikle büyükbaş hayvancılığın yapıldığı bölgelerde üretiminin daha da yaygınlaştırılması, kaba yem sektörü için bir alternatif olan korunga konusunda güncel verileri kapsamı açısından da faydalı sonuçlar arz etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Korunga, Üretim Alanı, Üretim Miktarı, Verim, Satış Fiyatları, Türkiye.

#### ABSTRACT

Agricultural production has an important place in the economic lives of many countries around the world. With the increasing population in the world, animal husbandry, which is one of the important branches of agricultural production, has gained importance. The feed sector, which has an important place for the development of the livestock sector, is one of the perennial forage crops whose final breeding production is increasing in addition to the increase in the range of feed crops. Today it is seen as an important source of pollen and nectar for beekeeping. The purpose of this study, sainfoin production volume in Turkey in recent years, planting area, yield, and the average selling price is the evaluation of the policies implemented. Research by the United Nations Statistical Institute in Turkey has benefited from working with the food industry and other reports on the subject of data from and Agriculture Organization. In the study, trend analysis was performed in Excel until 2025 by using data from 2005 and 2020 as a method. According to the results of sainfoin cultivation areas in Turkey, the amount of production in the coming period is expected to yield and price will tend to decrease at



different rates. Approximate regression coefficients of the upward trends, respectively; 77%, 92%, 86% and 88%. The increase in production and cultivation areas is expected to be less than the increase in yield and price. The increase in the production amount and cultivation areas is expected to be less than the increase in yield and price. The increasing trend in yield is predicted to be due to factors such as developing agricultural technologies, the development of seed varieties, and the inclusion of the product pattern in irrigated agriculture and the development of the roughage sector. In addition, more inclusion in public agricultural support and extension activities in this regard can increase both cultivation and production. This research also provides useful results in terms of expanding its production even more in regions where cattle breeding is carried out, and including up-to-date data on sainfoin, which is an alternative for the roughage sector.

**Keywords:** Sainfoin, Cultivation Area, Production Amount, Productivity, Sales Prices, Turkey.

## GİRİŞ

Büyükbaş ve küçükbaş hayvancılıkta istenilen verimin alınması tükettikleri kaba ve kesif yemlere bağlıdır (Harmanşah, 2018). Kaba yem, yem bitkilerinde en ucuz besin kaynağını oluşturur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021b). Türkiye yem bitkileri ve hayvansal üretimde kendi kendine yeten bir ülke değildir ve bu konuda sorunlar yaşamaktadır (Özkan, 2020).

Hayvancılık üretim maliyetinin %70'i yem gideri olup bunun %78'i kaba yemdir. Kaba yemle; kuru kaba yem ve sulu kaba yem diye ikiye ayrılmaktadır (Harmanşah, 2018). Korungada bu her iki sınıflandırmada yer alan çok yıllık yem bitkilerindedir (Harmanşah, 2018; Amasya Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği, 1998). Korunga (*Onobrychis* sp.) baklagil familyasında yer alan çok yıllık bir yem bitkisidir (Deveci, Sıralı, & Cımbırtoğlu, 2012; Amasya Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği, 1998). Halk arasında "Evliya Otu" ve "Eşek Otu" olarak da isimlendirilir (Anonim, 2021b). Yaklaşık 80–100 türü mevcuttur. Korunga bitkisi anavatanı olan Asya ve Avrupa da yoğun olarak tarımı yapılmakta olup ülkemizde ise yabancı türleri yer almaktadır (MEB, 2012).

Korunga bitkisi içerdiği besin maddeleri bakımından yoncaya eş değer özelliktedir. Yonca ve korunga arasındaki fark ele alındığında; yonca sulama isteyen bir yem bitkisi iken korunga kuru tarımla da üretimi yapılabilir. Ayrıca hayvanlarda hazmı olumsuz etkileyen lignin maddesi, korungada yoncadan daha az bulunmasıdır. Korunga hayvanlarda yoncada olduğu gibi şişkinliğe sebep olmaz (Amasya Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği, 1998). Korunga yüksek yem verimine sahip kaliteli kaba yem bitkilerindedir. Erozyonu önleyici, toprak verimliliğini artırıcı ve toprağı iyileştirici özelliğine sahiptir. Korunga, diğer yem bitkilerine oranla toprak özellikleri ve su istekliliği açısından en tolerans gösteren bir bitkidir (Anonim, 2021a). Adaptasyon kabiliyeti oldukça yüksektir ve kuru tarım yapılabilirliği için fakir-kıraç toprakların değerlendirilebilmesin dolayı önemi daha çok artırmaktadır (Ertuş, Sabancı, & Zorer Çelebi, 2012; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021b). Korunga tuzluluğa dayanıklı, kireçli ve tınlı-kumlu topraklarda daha ii gelişim gösteren bir bitkidir (Amasya Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği, 1998). Fakir ve kıraç topraklarda ot verimi üçgöl ve yoncadan daha fazladır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021b). İyi bir verim için yetiştirildiği yerin 300mm yağış alması yeterli olmaktadır (Anonim, 2021a). Arıcılık için çok iyi bir bal özütüdür (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021b). Hem otu hem tohumu hayvan yemi olarak kullanılmakta olup ot olarak %20-25 ve tohumlarında %36 oranında protein içerir. Yeşil ve kuru ot olarak kullanılmakla beraber silo yemi ve mera karışımlarında kullanımı mevcuttur. Korunga toprak ıslahı ve münavebe amaçlı kullanımı da yaygındır. Topraktaki azot miktarını artırılması, tarladaki zararlıların azalması, toprağın organik yapısının gelişmesi ve toprağın farklı katmanlarından faydalanılması gibi pek çok faydası vardır (Amasya Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği, 1998). 2020 yılı TÜİK verilerine göre; korunga bitkisinin tohum amaçlı üretimi sadece Konya ve Kırşehir illerinde yapılmıştır. Konya'daki tohumluk korunga elim alanı 4500 dekadır. Fakat yeşil ot olarak korunga yetiştiriciliği 70 ilde yapılmaktadır. Türkiye de en çok korunga üretimim yapılan bölge Doğu Anadolu bölgesidir. Günümüzde azda olsa İç Anadolu başta olmak üzere diğer bölgelerde de üretimi başlanmıştır. Korunga ekim alanı en çok olan ilk 5 il sırasıyla Van, Erzurum, Ağrı, Sivas ve Kars'tır (TÜİK, 2021).

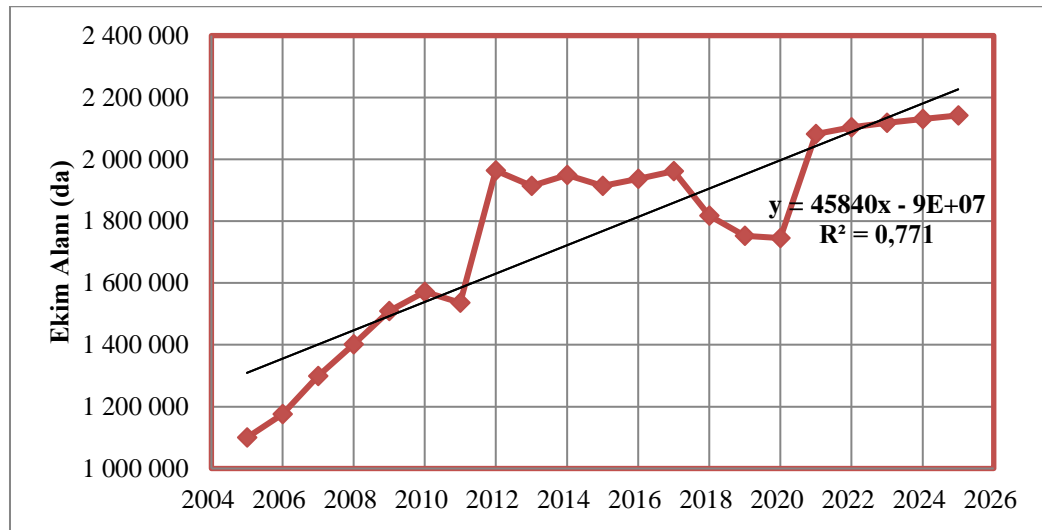
Türkiye’de 2020 yılı tarımsal destekleme ödemeleri kapsamında korunga üretiminde 17TL/da Mazot, 4 TL/da Gübre Desteği, 20TL/da Yurt İçi Sertifikalı Tohum Kullanım Desteği ve 1,50 TL/da Yurt İçi Sertifikalı Tohum Üretim Desteği verilmektedir. Ayrıca Toprak Analizi Desteği (TL/Numune) 40TL, Katı Organik-Organomineral Gübre Desteği için 10TL ödenmesi, Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Desteği olarak da 35TL/da ödenmektedir. Yem Bitkileri Desteği adı altında yılda 90 TL/da korunga (sulu/kuru) tarımına destek verilmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021a). Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de son dönemlerde korunga üretim miktarı, ekim alanı, verimi, ortalama satış fiyatı ve uygulanan politikaların değerlendirilmesidir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden ve konuyla ilgili sektör raporları ile diğer çalışmalardan faydalanılmıştır. Bu araştırma da ikincil veriler kullanılmıştır. Bu amaçla, 2005-2020 yılları arasındaki, korunga üretim alanı(dekar), üretim miktarı(ton) ve dekar başına verim(kg) verileri kullanılmıştır. Satış fiyatında (TL/kg) 2010-2020 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Araştırmada yöntem olarak Trend analizi yapılmıştır. Bu analizlerde 2005 ile 2020 yıllarına ait veriler kullanılarak, 2025 yılına kadar projeksiyonları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca konu ile ilgili yapılmış olan diğer çalışmalar ve araştırmalar, sonuçların yorumlanmasında kullanılmıştır.

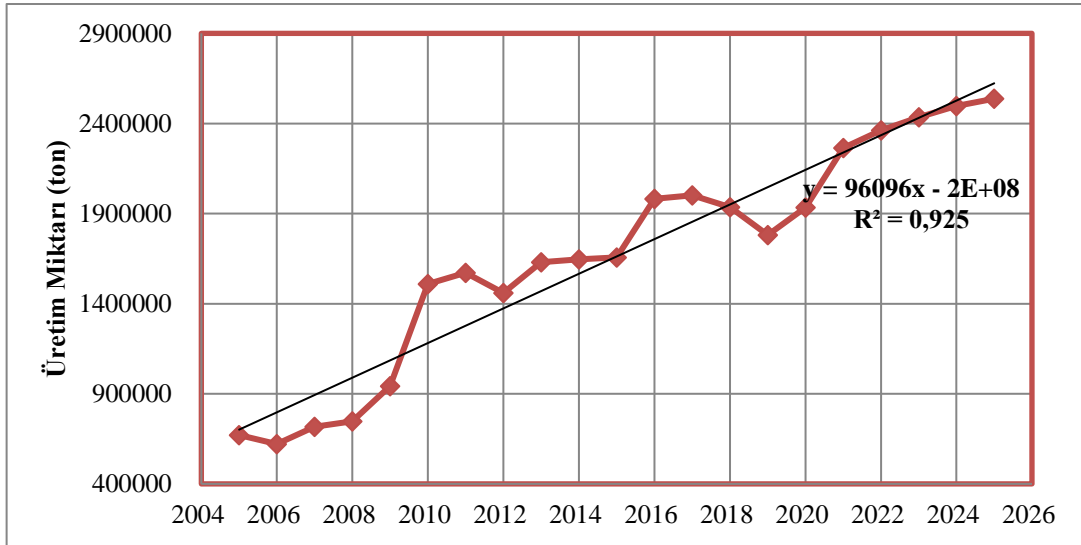
## ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Korunga ekim alanları Türkiye’de yıllara göre seyrini belirlemek ve gelecek projeksiyonunu tahmin etmek amacıyla 2005-2020 yıllarına ait TÜİK veriler kullanılarak, 2025 yılına kadar yapılan Trend analiz Şekil 1’de gösterilmektedir.



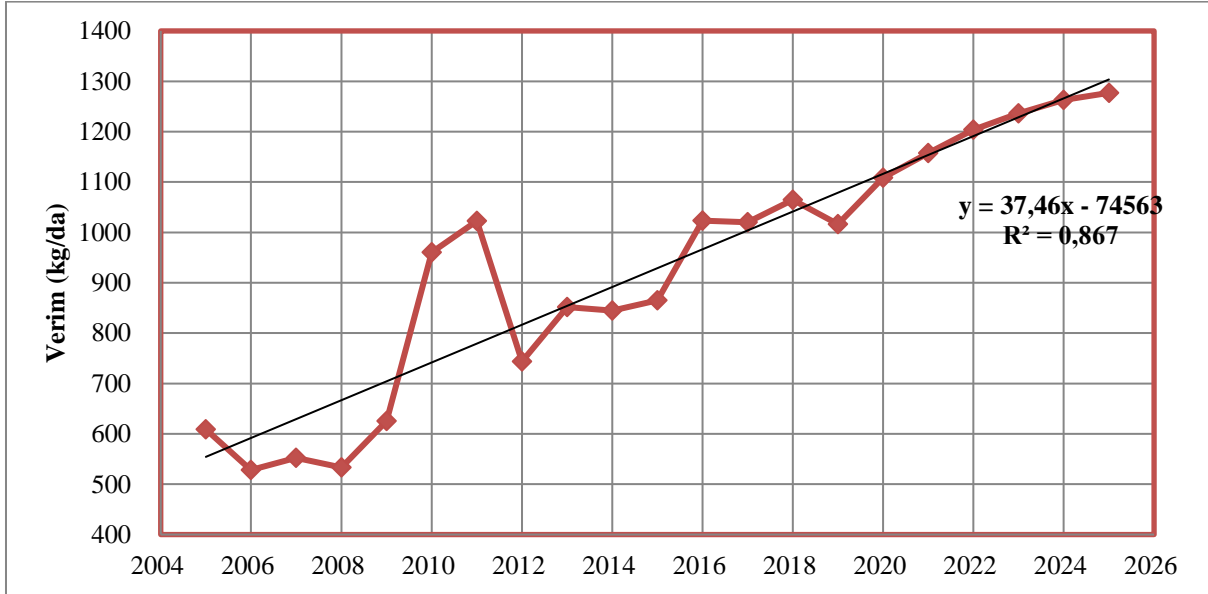
Şekil 1. Türkiye’de 2005-2020 Yılları Arasında Korunga Ekim Alanı (TÜİK, 2021)

Analize göre; Türkiye’de korunga ekim alanlarında son 16 yıllık süreçte, yaklaşık %59 oranında artış meydana gelmiştir. 2025 yılına kadar yapılan projeksiyon analizlerinde Türkiye’de korunga ekim alanlarının artma eğiliminin devam etmesi beklenmekte olup, bu artan eğimin regresyon katsayısının %77 civarında olması beklenmektedir (TÜİK, 2021). Araştırılan dönem ve geleceğe yönelik olarak yapılan projeksiyon analizlerine göre Türkiye’nin korunga üretim miktarı Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2. Türkiye’de 2005-2020 Yılları Arasında Korunga Üretim Miktarı (TÜİK, 2021)

Elde edilen sonuçlara son 16 yılda üretimde yaklaşık 3 kat bir artış meydana gelmiştir ve gelecek dönemlerde de Türkiye’nin korunga üretim miktarında %31 oranında artış olması beklenmektedir. Bu artışın regresyon katsayısının %92 civarında olması öngörülmektedir. Verilere göre korunganın yıllara bağlı olarak verimi artmasına paralel olarak ekim alanının da artış belirlenmiştir. Türkiye’de korunga verim miktarının yıllara göre seyrini belirlemek ve gelecek projeksiyonunu tahmin etmek amacıyla 2005-2020 yıllarına ait veriler kullanılarak, 2025 yılına kadar korunga verim değişim grafiği Şekil 3’te gösterilmektedir (TÜİK, 2021).

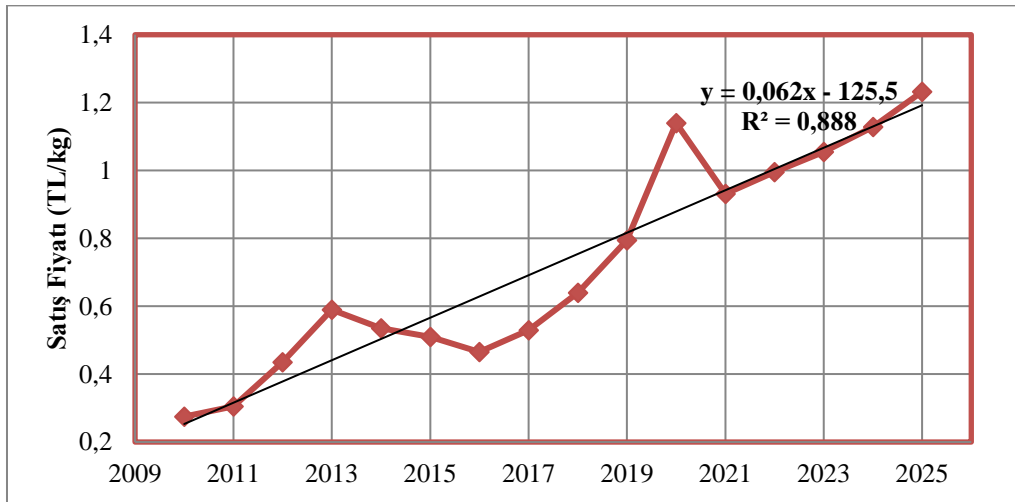


Şekil 3. Türkiye’de 2005-2020 Yılları Arasında Ortalama Korunga Verimi (TÜİK, 2021)

Verimin %92’si yeşil korungadan oluşmaktadır (TÜİK, 2021). Korunga her iklimde yetişebilme, kuraklığa ve soğuğa oldukça dayanıklı olma özelliği vardır. Fakat verimini etkileyen bazı durumlar söz konusudur. Korunga ekildiği ilk yıl fide döneminde soğuklara karşı hassastır ve çiçeklenme döneminde bol ve sürekli yağmurlar nedeni ile bitki tohum oluşturmaz. Bu gibi durumlarda korunga verimi düşebilmektedir. Ayrıca toprakta yer alan (Ca) miktarı verimi etkileyen bir faktördür (Amasya Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği, 1998). Türkiye’deki korunga ekim alanlarını dalgalı seyri, verimle paraleldir. Verilere göre son 16 yılda korunga veriminde %82 oranında artış meydana gelmiştir ve ortalama verim 836 kg/da’dır. Bu durum gelişen teknoloji ve sulama alanlarının artış göstermesi ile ilişkilendirilebilir. Verimde en fazla artış 2010 yılında gerçekleşmiştir, bir önceki yıla

göre yaklaşık %54 oranında bir artış söz konusudur (TÜİK, 2021). En fazla düşüş %27 oranında 2012 yılında meydana gelmiştir (TÜİK, 2021). Bunun nedeni; 2012 yılında normallerine göre yağışların korunga tarımının en fazla yapıldığı bölge olan Doğu Anadolu Bölgesinde %5 oranında azalma gözlenmesidir. 2012 yılında ülkemizde en düşük sıcaklık 3 Şubat 2012 tarihinde -35°C ile Erzurum'da gerçekleşmiştir (MGM, 2014). Korunganın en çok yetiştiği yerler Ağrı ve Erzurum illeridir (TÜİK, 2021). Korunga, su ihtiyacı fazla olmayan Türkiye'nin birçok bölgesinde sulanmadan yetiştirilebilen bir yem bitkisidir fakat sulama imkânı bulunan yerlerde verimde yaklaşık %50–100 oranında artış meydana geldiği gözlemlenmiştir. Özellikle çimlenme, çıkış döneminde toprağın nemli olması verimi etkilemektedir. Sonrasında da daha iyi bir verim için 15 günde bir az miktarda sulanmalıdır (Amasya Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği, 1998). Daha önce yapılan çalışmalarda; korunga yetiştiriciliğinde ot için hasatta kurak şartlarda verim ortalaması yıllık 1 ton yaş ot iken sulu şartlarda verim ortalamasının 1,5-2 ton arasında bir değerde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca korunga tohum olarak hasat edildiğinde kurak bölgelerde verim dekara 80-100 kg iken yağışlı ve sulanan bölgelerde verimin dekara 150 kg olduğu belirlenmiştir (Sancak, 2015). Bu durum yem bitkileri arasında korunga bitkisinin su isteğinin daha az olduğunu ama sulama tekniğine uygun sulanması durumunda da veriminde artış meydana gelebileceğini ortaya koymaktadır. Yapılan trend analizi sonucuna göre; gelecek ilk 5 yılda korunga veriminde artışın yaklaşık %86 oranında bir regresyon katsayısıyla gerçekleşmesi beklenmektedir (TÜİK, 2021).

Türkiye'de korunga ortalama satış fiyatının yıllara göre seyrini belirlemek ve gelecek projeksiyonunu tahmin etmek amacıyla 2005-2020 yıllarına ait veriler kullanılarak, 2025 yılına kadar trend analizi yapılmış olup, Şekil 4'te gösterilmektedir. Trend analizine göre, korunga fiyatları yaklaşık %88 oranında güçlü bir regresyon katsayısı ile artan yönde olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 4. Türkiye'de 2005-2019 Yılları Arasında Korunga Satış Fiyatı (TÜİK, 2021)

Türkiye'de 2010-2020 yılları arasında korunga satış fiyatları genel olarak yükselen bir eğim göstermiştir. Ele alınan 11 yıllık süreçte korunga satış fiyatında yaklaşık 4 kat artış gerçekleşmiş olup bu durumu yem bitkilerinin kullanımının artmasıyla ilişkilendirme mümkündür. Çünkü ele alınan 10 yıllık süreçte canlı hayvan sayısı (baş) %75 oranında artış meydana gelmiştir (TÜİK, 2021). Bu durum yem tüketiminin artmasına sebep olmuştur. Ayrıca piyasadaki Dolar ve Euro kurundaki dalgalanmalardan dolayı, hayvancılık sektöründe maliyetlerin artması da etkileyen bir diğer faktördür (Özkan, 2020). 2010-2020 yılları arasında ortalama satış fiyatı yaklaşık 0,56 TL/da'dır. Türkiye'de ortalama satış fiyatında en fazla fiyat artışı 2020 yılında meydana gelmiştir. 2021-2025 arasındaki yılları kapsayan projeksiyonda ortalama satış fiyatında %32 oranında artış meydana gelmesi beklenmektedir (TÜİK, 2021).

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de yem bitkilerinde kendine yeten bir ülke değildir. Bu durum hayvancılık sektörünü olumsuz etkilemenin yanı sıra önemli sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların ortadan kaldırılması için verimi yüksek, maliyeti düşük ve birçok iklim koşulunda üretilebilecek yem bitkiler üretimi şarttır. Elde edilecek kaliteli kaba yem; ülkenin yem açığını kapatacak ve hayvancılığın gelişimine katkıda bulunacaktır. Korunga bu özelliklere sahip ve son zamanlarda önemi artan yem bitkilerindedir. Yapılan trend analizlerine göre; Türkiye’de korunga ekim alanlarında, üretiminde, ortalama satış fiyatlarında ve veriminde gelişen teknolojilere, sulama alanlarının da artışlara ve hayvan sayısındaki artıştan dolayı kaba yeme duyulan ihtiyaç gibi etkenlere bağlı olarak dalgalı oranlarda artışlar meydana gelmiştir. Diğer taraftan korunga ekimi ve verimini en çok etkileyen faktörün ise kuru tarım yapıldığında ekim ve çimlenme zamanı toprağın nemsiz bırakılması, sulu tarım yapıldığında ise bitkini suya ihtiyaç olduğu dönemlere göre yapılmamasıdır. Üreticiler genellikle çok yıllık bir yem bitkisi yerine tek yıllık yem bitkilerini tercih etmektedir. Türkiye de artan nüfusla beraber kırmızı et ihtiyacını karşılanması için besi hayvancılığına yönelim gerçekleşmiştir. Artan hayvan sayısı kaba yeme duyulan ihtiyacı daha da arttırmıştır. Birçok baklagil yem bitkisinin alternatif seçeneği olan korunga; yonca ve üçgülden hem besin değeri olarak hem yetiştirilen iklim koşullarına adaptasyon konusunda daha çok tercih edilmesi gereken bir yem bitkisidir. Bu yüzden ekim alanlarının yaygınlaştırılması, üretimin artırıcı politikaların izlenmesi ve üreticinin desteklenmesi gerekmektedir. Korunganın diğer yem bitkileri ile rekabet edebilmesi için yem bitkilerinde uygulanan kamusal politikaların daha fazla geliştirilmesi ve desteklemelerin artırılması gerekmektedir. Bu araştırma yem bitkileri arasında sadece korunganın ele alması ve güncel verileri kapsamı açısından önem taşımaktadır. Bu araştırma karar vericilere ve tarımsal politika oluşumu sağlayanlar için faydalı veriler sunmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Amasya Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği. (1998). Yem Bitkileri. 04. 07. 2021 tarihinde [https://www.amasyadsyb.org/public/docs/Amasya\\_DSYP\\_Yayın\\_019.pdf](https://www.amasyadsyb.org/public/docs/Amasya_DSYP_Yayın_019.pdf) adresinden alındı
- Anonim. (2021b). Evliya otu. 04. 13. 2021 tarihinde Dersimiz.com: <https://www.dersimiz.com/bilgibankasi/evliya-otu-hakkinda-bilgi-5794> adresinden alındı
- Anonim. (2021a). Korunga Yetiştiriciliği ve Üretimi. 04. 07. 2021 tarihinde [yetistir.net: https://yetistir.net/korunga-yetistiriciligi-ve-uretimi/](https://yetistir.net/korunga-yetistiriciligi-ve-uretimi/) adresinden alındı
- Deveci, M., Sıralı, R., & Cınbirtoğlu, Ş. (2012). Korunga (Onobrychis sp.) Yetiştiriciliğinin Arıcılık Açısından Önemi. Arıcılık Araştırma Dergisi / , 16-19.
- Ertuş, M. M., Sabancı, C. O., & Zorer Çelebi, Ş. (2012). Van ve Çevresinde Yetiştirilen Yerel Korunga (Onobrychis sativa). YYÜ TAR BİL DERG , 22 (3), 165–172.
- Harmanşah, F. (2018). TÜRKİYE’DE KALİTELİ KABA YEM ÜRETİMİ. TÜRKTOB Dergisi (25), 9-13.
- MEB. (2012). BAKLAGİL YEM BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ 2. 04.07. 2021 tarihinde TARIM TEKNOLOJİSİ: [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Baklagil%20Yem%20Bitkileri%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi%202.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Baklagil%20Yem%20Bitkileri%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi%202.pdf) adresinden alındı
- MGM. (2013). 2012 Yılı İklim Değerlendirmesi. 04. 08. 2021 tarihinde T.C.ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI : <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2012-iklim-raporu.pdf> adresinden alındı
- MGM. (2014). 2013 Yılı İklim Değerlendirmesi . 04. 08. 2021 tarihinde T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI : <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2013-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf> adresinden alındı

Özkan, U. (2020). Türkiye Yem Bitkileri Tarımına Karşılaştırmalı Genel Bakış ve Değerlendirme. TURKISH JOURNAL OF AGRICULTURAL , 1 (1), 29-43.

Sancak, C. (2015). BAKLAGİL YEM BİTKİLERİ. 04. 07. 2021 tarihinde Yem Bitkileri,Çayır ve Mera: [http://www.cengizsancak.com/lisans-dersleri/ybcm\\_2.pdf](http://www.cengizsancak.com/lisans-dersleri/ybcm_2.pdf) adresinden alındı

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2021a). Tarımsal Destekler. 02. 20. 2021 tarihinde <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Tarimsal-Destekler> adresinden alındı

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2021b). Yem Bitkilerinin Önemi. 04 07, 2021 tarihinde Adana Tarım ve Orman Bakanlığı: [https://adana.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlarimiz/yem\\_bitkileri.pdf](https://adana.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlarimiz/yem_bitkileri.pdf) adresinden alındı

TÜİK. (2021). Tarımsal Ürün Fiyatları ve Üreti değerleri, Bitkisel Üretim Denge Tabloları, Bitkisel üretim İstatistikleri, Hayvancılık İstatistikleri. 04. 08. 2021 tarihinde Tarım-Veri tabanları-İstatistiksel Tablolar: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> adresinden alındı

**KSİLAZİN-KETAMİN VE KSİLAZİN-PROPOFOL ANESTEZİSİNDEKİ KEDİLERDE  
KASTRASYON OPERASYONUNDA TESTİS İÇİ UYGULANAN LİDEKOİNİN  
ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

COMPARISON OF INTRAOPERATIVE EFFECTS OF INTRATESTICULAR LIDOCAINE IN  
CATS WITH XYLASINE-KETAMINE AND XYLASINE-PROPOFOL ANESTHESIA  
UNDERGOING ROUTINE CASTRATION

**Murat KİBAR**

Prof. Dr. Murat Kibar, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin MYO, Avcılık ve Yaban Hayatı Programı, Artvin, Turkey

**ÖZET**

Bu çalışmada, elektif kastrasyon yapılan kedilerde intratestiküler lidokainin intraoperatif nosifansif yanıtlar üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amaçlandı. Altı aylıktan üç buçuk yaşına kadar olan kediler çalışmaya dahil edildi ve kısırlaştırma operasyonu için kabul edildi. Kediler rastlantısal olarak iki tedavi grubuna ayrıldı: ksilazin-ketamin (grup 1) ve ksilazin-propofol (grup 2). Kedilerde, sol testisin gövdesine yavaş bir şekilde 1 mg / kg lidokain (% 2 lidokain hidroklorür) enjeksiyonu yapıldı. Klinik gözleme ek olarak, elektrokardiyogram, solunum frekansı, kalp hızı, kan basıncı, nabız oksimetresi ve rektal sıcaklık çok parametrelili bir monitör aracılığıyla sürekli olarak izlendi. Solunum sıklığı değerleri, Grup 1'de T1 ve T2 zaman noktalarında başlangıca göre anlamlı derecede yüksekti. Solunum sıklığı değeri, T3'te propofol grubuna kıyasla ketamin grubunda önemli ölçüde daha düşüktü ( $P < 0,01$ ). Ligasyon işlemi (T2 zaman noktası) sonrasında her iki grupta da iki kedinin solunum frekansı değerleri ve kalp atış hızı değerleri % 20 arttı. Bu bulgular, testis içi lidokainin, anestezi uygulanmış ketamin ve propofol ile elektif kastrasyon yaşayan kedilerde faydalı bir analjezik yöntem olduğunu ve standart anestezi uygulamasına ek olarak kabul edilebileceğini ileri sürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kastrasyon, Testis içi, Lidokain, Kedi

**ABSTRACT**

This study aimed to compare the effects of intratesticular lidocaine on intraoperative nocifensive responses in cats under two different anesthetic techniques experiencing elective castration. Cats between the age of six months and three and half years were eligible for inclusion and accepted for elective castration. Cats were arbitrarily shared into two treatment groups: a xylazine-ketamine (group 1) and a xylazine-propofol (group 2). Cats received a slow injection of 1 mg/kg lidocaine (2% lidocaine hydrochloride) into the body of left testis. In addition to clinical monitoring, the electrocardiogram, respiration frequency, heart rate, blood pressure, pulse oximetry and rectal temperature were monitored continuously via a multi-parameter monitor. Respiration frequency values were significantly higher than baseline at time points T1 and T2 in group 1. Respiration frequency value was considerably lesser in the ketamine group compared to the propofol group at T3 ( $P < 0,01$ ). Two cat's respiration frequency values and heart rate values were increased by 20% in both groups following the ligation procedure (T2 time point). These findings propose that intratesticular lidocaine is a beneficial analgesic method in cats with anesthetized ketamine and propofol experiencing elective castration and might be accepted as a supplement to standard anesthetic practice.

**Keywords:** Castration, Intratesticular, Lidocaine, Cat

## 1. GİRİŞ

Kastrasyonun orta derecede ağrılı bir operasyon olduğu varsayılır ve veteriner hekimlikte en sık uygulanan ameliyatlardan biridir. Veteriner hekimlerin yalnızca% 30'unun elektif kastrasyon geçiren kedilere analjezik ilaç uyguladığı görülmüştür. Hemen hemen tüm analjezi sistemik verildi,% 50'si sadece bir opioid kullandı,% 27'si sadece nonsteroidal antiinflatuar bir ilacı tercih etti ve% 23'ü kombine analjezikleri kullandı.

Lokal anestezi uygulamasının tıpta sistemik analjezi konusunda faydası olduğu gösterilmiştir. Çeşitli makaleler, lidokainin hem spermatik kordona hem de testislere uygulanmasının atlarda, domuz yavrularında, kuzularda, buzağılarda ve köpeklerde kastrasyonla ilişkili nosifansif tepkileri ve ağrıyı azalttığını bildirmiştir.

Diğer çalışmalar, kullandığımız anestezi protokolü kullanılsa da kedilerde testis içi lidokain kullanımına baktı. Yazarın bilgisine göre, kedilerin rutin kastrasyonuna yönelik farklı anestezi rejimleri altında testis içi lidokain uygulamasının sonuçlarını hiçbir araştırma karşılaştırmamıştır.

Bu çalışma, elektif kastrasyon yaşayan kedilerin iki farklı anestezi tekniği altında elektif kastrasyonunda intratestiküler yolla lidokainin perioperatif nosifansif yanıt üzerindeki etkilerini karşılaştırmak için yapıldı.

## 2. MATERYAL VE METOT

Planlanan kısırlaştırma için alınan 0,5 ile 3,5 yaşları arasındaki on altı kedi dahil edilmek için uygundur. Kıdemli araştırmacı tarafından klinik muayenenin ardından sağlıklı oldukları takdir edilen kediler katıldı (Association of American Anesthesiologists 'sınıflandırma I veya II). Çalışma dışı tutma kriterleri; saldırgan mizacı, steroid olmayan antiinflatuar ilaçlara (NSAID'ler) karşı önceki olumsuz reaksiyonu ve aşırı kaygıyı kapsıyordu. Tüm kedilerin vücut kondisyon skoru (BCS), vücut ağırlığı (BW) ve yaşları kaydedildi.

Tüm kediler ksilazin (2 mg kg-1, IM, Alfazine, Egevet) ile önceden ilaçlandı. Grup 1'e 15 dakika sonra ketamin (10 mg kg-1, İM, Alfamin, Egevet, Türkiye) uygulandı. Son olarak 15 dakika sonra, grup 2'de vena cephalica antebraçium'a 20-22 G kateter (Bıçakçılar, Türkiye) yerleştirildi ve propofol (4 mg kg-1, IV, Diprivan, Aspen, İrlanda) ile anesteziye başlandı. 1 dakika. Ameliyat sırasında serum fizyolojik solüsyonu (İzotonik NaCl, Eczacıbaşı, Türkiye) IV (10 mL kg-1, IV) uygulandı.

Elektrokardiyogram (EKG), solunum frekansı (*f*R), nabız oksimetresi (SPO2), kan basıncı (BP), kalp atış hızı (HR) ve rektal sıcaklık (RT) GTE9003E çok parametrelili monitör (Guoteng; Çin) tarafından sürekli olarak belirlendi. Veriler her zaman noktasında kaydedildi.

Primer deneysel okumalar (*f*R HR, BP, SPO2 ve RT) premedikasyondan önce yapılmıştır. Bu sefer temel olarak kabul edildi. Kediler, skrotal deriye hazır halde birleştirilen sıradan bir aseptik preparatta kapalı skrotal castratio tekniği için hazırlandı. Kediler, hipodermik bir iğne (Bıçakçılar; Türkiye) ve uygun boyutta enjektör kullanarak sol testise 1 mg kg-1 lidokain% 2 (Lidokaine; Himfarm) geç uygulandı. Sol testis, lidokain enjeksiyonundan 5 dakika sonra çıkarıldı. Sol testisten sonra çıkarılan sağ testise her grupta lidokain uygulanmadı. Palpebral refleksi, göz pozisyonu ve çene tonunun sürekli değerlendirilmesi ile anestezi boyunca uygun anestezi derinliği sağlandı.

İstatistiksel değerlendirme için deneysel ölçümler (*f*R, HR, BP, RT ve SPO2) anestezi takibi sırasında beş zaman noktasında belirlendi; T0 başlangıç, T1 sonrasında ameliyat başlangıcı, T2 ve T3 sırasıyla sol ve sağ fūnikulus spermaticus klemplenmesi, T4 ise operasyonun sonunda yapıldı. Operasyon sonrası tüm kedilere carprofen (4 mg kg-1, IV, Rimadyl, Pfizer, Almanya) uygulandı.

Deney grupları arasındaki farklılıkları değerlendirmek için Bağımsız Örnekler ve Eşli Örnekler testleri kullanılmıştır. Düzenli olarak yayılan veriler ortalama  $\pm$  SE olarak mevcuttu. İstatistiksel analiz için SPSS poked programı (Versiyon 12.0; SPSS) kullanıldı. 0.05'ten daha düşük bir olasılık değeri istatistiksel olarak önemli farklılıkları göstermek için kabul edildi.



### 3. SONUÇLAR

Grup 1'de T1 ve T2'de fR değerleri T0'dan anlamlı olarak arttı. Propofol grubunda bazal ve T1, T2, T3 veya T4 arasında fR değerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu, oysa T3 ve T4'teki fR değeri T1 ve T2'den önemli ölçüde daha düşüktü (tüm harmanlama için  $p < 0.05$ ) ketamin grubu. Ketamin grubu ile propofol grubu arasında T0, T1, T2 veya T4'te fR değerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. fR değeri, T3'te propofol grubuna dengelenen ketamin grubunda önemli ölçüde azaldı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 2).

T0, T1 veya T2'de ketamin grubu ve propofol grubu arasında HR değeri açısından istatistiksel olarak önemli bir fark yoktu (Tablo 2). HR değeri propofol grubuna dengelenen ketamin grubunda T3 ve T4'te anlamlı olarak azaldı (tüm karşılaştırmalar için  $p < 0,05$ ) (Tablo 2).

T2 zaman noktasında her iki grupta da hiçbir kedinin fR ve HR değerleri% 20 artmadı. Ligasyon prosedürünü takiben her iki grupta iki kedinin fR ve HR değerleri% 20 artmıştır (T3 zaman noktası).

Testis içi enjeksiyonu takiben hemoraji, hematoma ve bir kan lekesi gibi bir dizi zararlı etki keşfedildi, ancak bunların hiçbirinin klinik önemi olduğu düşünülmedi. Operasyon bölgesinde kanamada artış gözlenmemesine rağmen, tüm hastalarda enjeksiyon sonrası aşırı testis içi basınç ve 4 hastada testis veya tunika içinde hafif hemoraji ve / veya hematoma oluşumu nedeniyle skrotumda kan lekesi ve uygulama durdurulmadı. Uygulanan testislerin 14'ü (% 28,5) görüldü.

### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Testis içi lidokain uygulaması, bu çalışma vakalarında kastrasyon meydana gelen kedilerin nosiseptif uyarımını azaltmıştır. Primer insizyondan sonra her iki grupta da sol testislerde azalmış nosiseptif stimülasyon görüldü, çünkü testis içi lidokainin skrotum cildini duyarsızlaştırması olası değildir. Testislerin (T2 ve T3) geri çekilmesinden sonra kontrol grubunda (sağ testisler) nosiseptif uyarılarda daha fazla artış oldu. fR ve HR değerleri T3 zaman noktasında grup 2'de grup 1'e göre anlamlı derecede yüksekti. Bu, testis içi lidokainin, ketamin ve propofol anestezisi altında nosifansif yanıtları (T2 zaman noktasında) kilitlemede eşit derecede etkili olduğuna dair tavsiye.

Anestezi rejiminde kullanılan opioid ve NSAİ karışımı, araştırmacılar tarafından minimal ila hafif ağrı ile bağlantılı prosedürler için etkili bir analjezik ilaç kombinasyonu olarak değerlendirildi, bu nedenle lidokain kullanımının izleme değerlerinde bu kadar farklılığa neden olması şaşırtıcı olabilir.

Testise enjeksiyondan sonra minimal ters etki fark edildi; hemoraji veya hematoma oluşumu orta düzeydeydi ve testisler ekstraksiyon için emredildiği için klinik olarak önemli olduğu önceden düşünülmemiştir. Bu sonuçlar, bu yolun intraoperatif ağrı yönetimine istatistiksel ve klinik olarak anlamlı bir yardımı tercih edebileceğini hatırlatır.

Bu etkiler, testis içi lidokainin, elektif kastrasyon geçiren anestezi uygulanmış ketamin ve propofollü kedilerde kabul edilebilir bir ağrı yönetimi uygulaması olduğunu ve standart anestezi uygulamasına ek olarak düşünülmesi gerektiğini ileri sürmektedir. Herhangi bir uzun vadeli faydanın farkına varılmadan önce daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

**Tablo 1. Hayvanlara ait bilgiler ve T0 zamanı fizyolojik veriler**

|                          | Ketamine grup | Propofol grup |
|--------------------------|---------------|---------------|
| Yaş (yıl)                | 1,7±0,8       | 0,7±0,1       |
| Vücut ağırlığı (kg)      | 3.5±0.2       | 3,3±0,3       |
| Vücut kondisyon skoru    | 2.8±0.3       | 2,4±0.2       |
| Kalp atımı (adet/dk)     | 106.6±20.4    | 130.7±27.1    |
| Solunum sayısı (adet/dk) | 11.8±1.3      | 13.0±0.5      |
| Kan basıncı (mmHg)       | 121.4±1.4     | 105.8±9.3     |
| SPO <sub>2</sub> (mmHg)  | 92.0±1.2      | 87.6±2.2      |
| Rektal ısı (mmHg)        | 38.7±0.2      | 38.4±0.3      |

**Tablo 2.** Kedilerde operasyon sırası izlenen verilerin dağılımı (n=8)

|                              |                          | T0                    | T1                    | T2                    | T3                      | T4                    |
|------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| O <sub>2</sub> SAT (%)       | <b>Ketamin</b><br>(n=8)  | 92.0±1.2 <sup>a</sup> | 93.7±0.8 <sup>a</sup> | 94.0±0.7 <sup>a</sup> | 94.1±1.0 <sup>a</sup>   | 95.2±1.1 <sup>b</sup> |
|                              | <b>Propofol</b><br>(n=8) | 87.6±2.2              | 87.5±3.1              | 86.4±3.6              | 90.1±2.2                | 91.4±1.8              |
|                              | <b>P</b>                 | 0.03                  | 0.10                  | 0.83                  | 0.13                    | 0.10                  |
| Solunum sayısı               | <b>Ketamin</b><br>(n=8)  | 11.8±1.3 <sup>a</sup> | 15.2±0.8 <sup>b</sup> | 14.7±0.9 <sup>b</sup> | 11.0±0.8 <sup>a,c</sup> | 12.5±0.8 <sup>a</sup> |
|                              | <b>Propofol</b><br>(n=8) | 13.±0.5               | 14.2±1.7              | 13.5±1.5              | 13.8±0.9                | 12.5±0.9              |
|                              | <b>P</b>                 | 0.35                  | 0.60                  | 0.53                  | <b>0.04</b>             | 1.00                  |
| Kalp atımı                   | <b>Ketamin</b><br>(n=8)  | 106.6±20.4            | 117.7±18.4            | 131.2±18.1            | 96.4±6.3                | 97.1±7.0              |
|                              | <b>Propofol</b><br>(n=8) | 130.7±27.1            | 122.1±15.8            | 126.4±20.3            | 128.5±13.2              | 124.7±9.8             |
|                              | <b>P</b>                 | 0.30                  | 0.85                  | 0.86                  | <b>0.04</b>             | <b>0.04</b>           |
| Kan basıncı.<br>(sistolik)   | <b>Ketamin</b><br>(n=8)  | 143.0±4.3             | 149.7±8.5             | 147.2±9.3             | 146.0±2.85              | 145.0±2.7             |
|                              | <b>Propofol</b><br>(n=8) | 125.6±8.1             | 126.3±16.0            | 126.3±17.7            | 127.5±13.2              | 130.8±9.8             |
|                              | <b>P</b>                 | 0.03                  | 0.12                  | 0.21                  | 0.12                    | 0.14                  |
| Kan basıncı.<br>(ort.)       | <b>Ketamin</b><br>(n=8)  | 121.4±1.4             | 119.2±10.7            | 112.4±14.7            | 114.6±8.3               | 122.5±3.2             |
|                              | <b>Propofol</b><br>(n=8) | 105.8±9.3             | 113.8±14.9            | 115.5±13.9            | 113.1±11.3              | 113.5±8.3             |
|                              | <b>P</b>                 | 0.23                  | 0.72                  | 0.85                  | 0.91                    | 0.33                  |
| Kan basıncı.<br>(diyastolik) | <b>Ketamin</b><br>(n=8)  | 106.2±6.1             | 105.0±11.7            | 90.5±22.2             | 101.0±7.1               | 101.0±9.2             |
|                              | <b>Propofol</b><br>(n=8) | 93.0±8.7              | 97.8±16.3             | 94.6±14.3             | 97.5±12.1               | 98.6±8.1              |
|                              | <b>P</b>                 | 0.07                  | 0.58                  | 0.81                  | 0.75                    | 0.78                  |

<sup>abc</sup> aynı satırdaki verilerdeki farklılık (P < 0.05)

## KAYNAKLAR

1. Hewson CJ, Dohoo IR, Lemke KA. (2006), "Perioperative use of analgesics in dogs and cats by Canadian veterinarians in 2001". *Can Vet J* 47:352-359.
2. McMillan MW, Seymour CJ, Brearley JC. (2012), "Effect of intratesticular lidocaine on isoflurane requirements in dogs undergoing routine castration". *J Small Anim Pract* 53:393-397.
3. Bonnet F, Marret E. (2005), "Influence of anaesthetic and analgesic techniques on outcome after surgery". *British J Anaesth* 95:52-58.
4. Portier KG, Jaillard L, Leece EA, et al. (2009), "Castration of horses under total intravenous anaesthesia: analgesic effects of lidocaine". *Vet Anaesth Analg* 36:173-179.
5. Ranheim B, Haga HA. (2015), "Local anaesthesia for pigs subject to castration". *Acta Vet Scand* 48 (Suppl 1):13.
6. Molony V, Kent JE, Hosie BD, et al. (1997), "Reduction in pain suffered by lambs at castration". *Vet J* 153:205-213.
7. Stafford KJ, Mellor DJ, Todd SE, et al. (2002), "Effects of local anaesthesia or local anaesthesia plus a non-steroidal anti-inflammatory drug on the acute cortisol response of calves to five different methods of castration". *Res Vet Sci* 73:61-70.
8. Moldal ER, Eriksen T, Kirpensteijn J, Nødtvedt A, Kristensen AT, Sparta FM, Haga HA. (2013), "Intratesticular and Subcutaneous Lidocaine Alters the Intraoperative Haemodynamic Responses and Heart Rate Variability in Male Cats Undergoing Castration". *Vet Anaesth Analg* 40:63-73.
9. Lemke KA. (2004), "Perioperative use of selective alpha-2 agonists and antagonists in small animals". *Can Vet J* 45: 475-480.
10. Bergman SA. (1996), "Ketamine: review of its pharmacology and its use in pediatric anesthesia". *Anesth. Program* 46:10-20.
11. Kim KN, Lee HJ, Kim SY, et al. (2017), "Combined use of dexmedetomidine and propofol in monitored anesthesia care: a randomized controlled study". *BMC Anesth* 17:34.
12. Capner CA, Lascelles BDX, Waterman-Pearson AE. (1999), "Current British veterinary attitudes to perioperative analgesia for dogs". *Vet Rec* 145:95-99.
13. Taylor AA, Weary DM. (2000), "Vocal responses of piglets to castration: identifying procedural sources of pain". *Appl Anim Behav Sci* 70:17-26.
14. Haga HA, Lykkjen S, Revold T, et al. (2006), "Effect of intratesticular injection of lidocaine on cardiovascular responses to castration in isoflurane-anesthetized stallions". *Am J Vet Res* 67:403-408.
15. Haga HA, Ranheim B. (2005), "Castration of piglets: the analgesic effects of intratesticular and intrafunicular lidocaine injection". *Vet Anaesth Analg* 32:1-9.

## ÇOK MAKİNALI GÜÇ SİSTEMLERİNDE FARKLI AVR MODELLERİ, POD, UPFC İLE KÜÇÜK SİNYAL KARARLILIĞININ İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF SMALL SIGNAL STABILITY WITH DIFFERENT AVR MODELS, POD,  
UPFC IN MULTI-MACHINE POWER SYSTEMS

**Muhammet DEMİRBAŞ**

Arş. Gör., Beykent Üniversitesi, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, İstanbul,  
Türkiye (Sorumlu Yazar)

**M. Kenan DÖŞOĞLU**

Doç. Dr., Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye

### ÖZET

Son yıllarda teknolojinin gelişmesi, nüfusun hızla artması gibi nedenler elektrik ihtiyacını arttırmakta ve bu ihtiyaç güç sistemlerinin büyümesine ve karmaşıklaşmasına yol açmaktadır. Güç sistemlerinin büyümesi bazı sorunları beraberinde getirmektedir. Bu sorunlardan birisi de kararlılık problemleridir. Güç sistemlerinde kararlılık, güç sisteminin bir denge durumunda çalışmasını ve bozucu bir etki durumunda bu dengeyi koruyabilmesini ifade etmektedir. Güç sistemlerinin maruz kaldığı küçük frekanslı salınımları söndürerek çalışma dengesini koruyabilme yeteneği ise küçük sinyal kararlılığını ifade eder. Bu çalışmada 2 alanlı 4 generatörlü güç sisteminde özdeğer analizi yardımıyla küçük sinyal kararlılığı incelenmiştir. İncelenen sistemde 6. Derece modeliyle çalışan senkron generatörlere bağlı Güç Sistemi Kararlı Kılıcısı (PSS) model 2, Türbin Yöneticisi (TG) model 2 ve farklı Otomatik Gerilim Regülatörü (AVR) modelleri kullanılmıştır. Koordinasyon kontrolünün sağlanması amacıyla son yıllarda sıkça kullanılmakta olan güç elektroniği tabanlı Esnek AC İletim Sistemi (FACTS) cihazlarından olan Birleştirilmiş Güç Akıllı Kontrolü (UPFC) ile Güç Salınımı Sönümlenmesi (POD) birlikte kullanılmıştır. Bir MATLAB aracı olan Güç Sistemi Analizi Programı (PSAT) kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda, farklı Otomatik Gerilim Regülatörü (AVR) modellerinin UPFC-POD ile birlikte kullanılması durumunda açılma hız ve generatör bara gerilimleri karşılaştırmaları yapılmış ve özdeğer analizi ile küçük sinyal kararlılığı incelenmiştir. İnceleme sonucunda AVR'nin birinci modelinin ikinci ve üçüncü modele göre daha üstün sonuçlar verdiği ve kararlılık açısından kullanımının daha uygun olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Küçük Sinyal Kararlılığı, PSS, TG, UPFC-POD, Farklı AVR Modelleri

### ABSTRACT

In recent years, the development of technology and the rapid increase in the population increase the need for electricity and this need leads to the growth and complexity of power systems. The growth of power systems brings some problems. One of these problems is stability problems. Stability in power systems means that the power system operates in an equilibrium state and maintains this balance in case of a disruptive effect. The ability to extinguish the small frequency oscillations that power systems are exposed to, and maintaining the balance of operation, refers to the small signal stability. In this study, small signal stability analysis has been carried out with the help of eigenvalue analysis in a power system with 2 fields and 4 generators. In this system, type 2 of Power System Stabilizer (PSS), type 2 of Turbine Governor (TG) and different types of Automatic Voltage Regulator (AVR) were used. In order to provide coordination control, Unified Power Flow Control (UPFC), which is one of the power electronics based Flexible AC Transmission System (FACTS) devices that have been used frequently in recent years, and Power Sway Damping (POD) have been used together. As a result of this study carried out using the Power System Analysis Program (PSAT) which is a matlab tool, in the case of using different automatic voltage regulator (AVR) models with UPFC-POD, angular speed and

generator bus voltages, comparisons were made and small signal stability was examined with eigenvalue analysis. As a result of the examination, it has been observed that the first model of the AVR gives superior results compared to the second and third models and it is more suitable to use in terms of stability.

**Keywords:** Small Signal Stability, PSS, TG, UPFC-POD, Different AVR types

## 1. GİRİŞ

Güç sistemlerinde tüketici talepleri değişken olduğundan dolayı sistemin çalışma durumları da değişmektedir. Bazı otomatik kontrol modellerinin bu değişimleri hızlı ve etkili şekilde tolere etmesi gerekmektedir. Bu otomatik kontrol modellerinin en yaygın olarak kullanılanlarından birisi AVR modelidir. AVR model ile ilgili literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Güç sistemlerinde alt sekron rezonans olaylarının ve çatalanma eğrilerinin incelenmesinde AVR kullanılmaktadır. Her iki analiz sonucunda da AVR'nin etkili sonuçlar verdiği görülmektedir (Widyan, 2010; Harb ve Widyan, 2002). Güç sistemlerinde senkron generatör kontrollerinin sağlanması için sistem yüklenmesi ve kayıplara karşı AVR model tercih edilmektedir. Belli sınırlar içerisinde AVR'nin tek ve çok alanlı sistemlerde yüklenme durumlarını kontrol edebileceği ilgili çalışmalarda gösterilmiştir (Dabur ve ark., 2011; Dabur ve ark., 2012). Güç sistemlerinin farklı çalışma durumlarını analiz etmek için AVR ile birlikte güç sistem fiziksel kontrol modeli kullanılmaktadır. Senkron generatörlerin yerel ve yabancı kaynak tarafından talep edilen durumlara göre kontrolünün sağlanmasında etkili bir şekilde kullanılabilmesi gösterilmiştir (Zelenin ve ark., 2019). Çok makinalı güç sistemlerinde her generatör için yerel kontrolün yanı sıra çok değişkenli merkezi kontrolün sağlanmasında AVR modellemesi geliştirilmektedir. Bu modeller sayesinde sistem kararlılığının sağlandığı tespit edilmektedir (Okou ve ark., 2005). Tek ve çok makinalı güç sistemlerinde yaygın olarak kullanılan AVR modelde farklı denetleyici modelleri kullanılmaktadır. Geçici kararlılık durumlarında AVR ile PI ve PID denetleyiciler ile uygun parametre değerleri sistem çalışma performansına göre belirlenmektedir (Micev ve ark., 2020; Gozde, 2020; Jumani ve ark., 2020). Güç sistemlerinde AVR modelin diğer bir kullanım alanı PSS ile birlikte küçük sinyal kararlılığı analizidir. PSS ve AVR ile küçük sinyal kararlılığında salınımların azalması ve öz değerlerin uygun bir değerde olması sistem kararlılığı için çok önemlidir (Dey ve ark., 2021; Ramos, 2009). Yapılan bu çalışmada, literatürden farklı olarak çok makinalı güç sisteminde küçük sinyal kararlılığı için AVR, PSS ve TG modelleri kullanılmıştır. Dahası salınımların arıza sonrasında azalması için POD ve UPFC modelleri birlikte kullanılmıştır. Bu çalışmada en uygun olarak belirlenen PSS ve TG modelleri ile farklı AVR modellerinin POD ve UPFC modelleri birlikte kullanılmasındaki küçük sinyal kararlılığı etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar detaylı olarak şekiller ve tablolar ile yorumlanmıştır.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. AVR Modelleri

AVR modeli senkron generatörde kullanılan kontrol modellerinden birisidir. AVR'nin kullanılmasındaki asıl amaç yüklenme durumlarının yanı sıra yükteki sürekli ve ani değişimlerde çıkış gerilimini sabit olarak tutmaktır. Senkron generatörde kullanılan farklı AVR modelleri bulunmaktadır. Bunlar genelde üç sınıfta toplanmaktadır. AVR 1 modeli oluşturan ifadeler denklem 1'de gösterilmiştir.

$$\begin{aligned}
 \dot{v}_m &= \frac{V - v_m}{T_r} \\
 \dot{v}_{r1} &= \frac{1}{T_1} \left[ \mu_0 \left( 1 - \frac{T_2}{T_1} \right) (v_{ref} - v_m) - v_{r1} \right] \\
 \dot{v}_{r2} &= \frac{1}{T_4} \left[ \left( 1 - \frac{T_3}{T_4} \right) (v_{r1} + \mu_0 \frac{T_2}{T_1} (v_{ref} - v_m)) - v_{r2} \right] \\
 v_r^* &= v_{r2} + \frac{T_3}{T_4} \left[ v_{r1} + \mu_0 \frac{T_2}{T_1} (v_{ref} - v_m) - v_{r1} \right] \\
 \dot{v}_f &= -\frac{1}{T_e} \left[ v_f (1 + S_e(v_f)) - v_r \right]
 \end{aligned} \tag{1}$$

AVR 1 modelde denklem 1'de görüldüğü gibi 6 adet gerilim eşitlikleri bulunmaktadır. Senkron generatörde kullanılan AVR 2 modelin ifadeleri denklem 2'de gösterilmiştir

$$\begin{aligned}
 \frac{dv_{r1}}{dt} &= \frac{1}{T_a} \left[ Ka \left( v_{ref} - v_m - v_{r2} - \frac{Kf}{Tf} v_f \right) - v_{r1} \right] \\
 \frac{dv_m}{dt} &= \frac{V - v_m}{T_r} \\
 \frac{dv_f}{dt} &= -\frac{1}{T_e} \left[ v_f (1 + S_e(v_f)) - v_r \right] \\
 \frac{dv_{r2}}{dt} &= -\frac{1}{T_f} \left( \frac{K_f}{T_f} v_f + v_{r2} \right)
 \end{aligned} \tag{2}$$

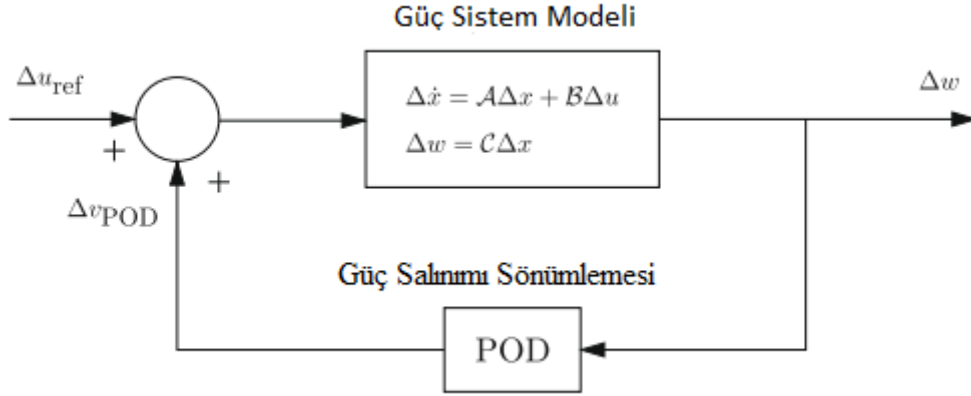
Denklem 2'de görüldüğü gibi 3 adet eşitlik bulunmaktadır. Bunlar gerilim ve uyarım devrelerini türevli ifadeleridir. Son olarak kullanılan AVR 3 modeli oluşturan ifadeler denklem 3'de gösterilmiştir

$$\begin{aligned}
 \dot{v}_m &= \frac{V - v_m}{T_r} \\
 \dot{v}_r &= \frac{1}{T_2} \left[ \mu_0 \left( 1 - \frac{T_1}{T_2} (v_{ref} - v_m) - v_r \right) \right] \\
 \dot{v}_f &= \frac{1}{T_e} \left[ \left( v_r + \mu_0 \frac{T_1}{T_2} (v_{ref} - v_m) + v_{f0} \right) \frac{V}{V_0} - v_f \right]
 \end{aligned} \tag{3}$$

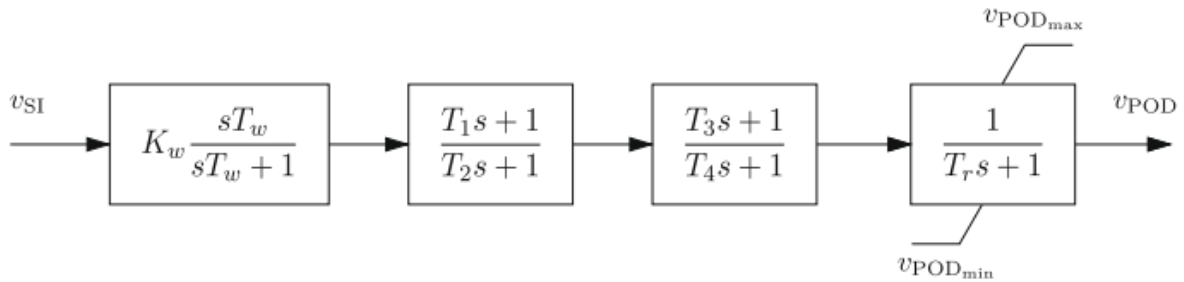
AVR1, AVR2 ve AVR 3 modelde kullanılan ifadelerin tanımlanmasında;  $v_{ref}$ , AVR'nin referans gerilimi;  $v_m$ , ölçüm devresi çıkışı;  $v_r$ , AVR, ve  $v_f$  geri besleme gerilimi;  $\mu_0$ , regülatör kazancı;  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  ve  $T_4$ , AVR zaman sabitleri;  $T_e$  alan devresi sabiti;  $T_r$ , ölçüm süresi sabiti;  $v_{r,min}$ ,  $v_r$ 'nin alt limiti;  $v_{r,max}$ ,  $v_r$ 'nin üst limiti;  $v_{r1}$  yükseltici durum değişkeni;  $v_{r2}$  dengeleyici durum değişkenidir.  $S_e$ , uyarıcının doygunluk fonksiyonudur (Essallah ve ark., 2019). Diğer modellerden farklı olarak;  $V_{f0}$  ilk alan gerilimi;  $V_0$  ise bara offset gerilimidir.

## 2.2. POD Modeli

POD kontrol genel olarak sistemin frekans cevabı olarak bilinmektedir. Genel geri beslemeli kontrol sistemi yapısı şekil 1'de gösterilirken, POD modelin genel kontrol diyagramı şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Genel geri beslemeli kontrol sistemi yapısı

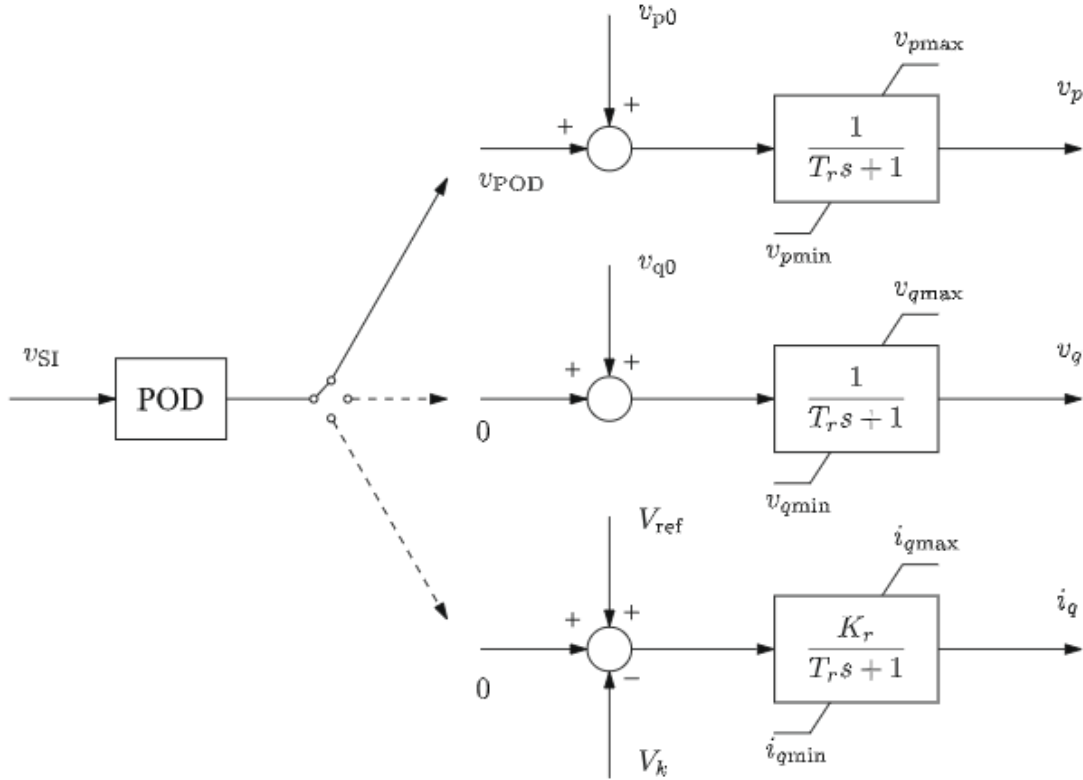


Şekil 2. POD modelin genel kontrol diyagramı

Referans gerilimi ve POD modelin gerilim değeri toplanarak güç sistem modeline girmektedir. Burada güç sistem modelinde durum uzay modeli oluşturulmaktadır. Durum uzay modeline bağlı olarak açısal hız değişimi hesaplanmaktadır. Açısal hız değişimi ile POD sinyali sistemde bir geri besleme durumu oluşturarak kontrol olayı gerçekleştirilmektedir. POD kontrolün yapısı geleneksel PSS modeline benzer bir yapıya sahiptir. Bu model kılıcı kazancı, temizleme filtresi ve faz kompanzâtörden oluşmaktadır. Temizleme filtresi POD çıkışını sürekli durumda 0 olmasını sağlamaktadır. Çıkış sinyal gerilimi dinamik sistemde sınırlandırılmaktadır. Kılıcı kazancı POD tarafından güç sisteminin sönümlenme miktarını belirlemektedir. Faz kompanzâtör model ise giriş sinyalinin uygun faz önceliği ve gecikmesini belirlemektedir. Dayanıklı bir POD dizaynı için uygun sinyalin belirlenmesi en önemli durumlardan birisidir. POD'un etkinliğinin artması için iletişim durumlarının optimum olarak ayarlanması gerekmektedir. Sistem çalışma durumuna göre uygun referans sinyallerin belirlenmesi fiziksel sistemler için önemli bir konu olarak görülmektedir (Ayres ve ark., 2010).

### 2.3. UPFC Modeli

Birleştirilmiş Güç Akıllı Kontrolü (UPFC) Esnek AC İletim Sistemi Elemanları (FACTS) cihazlarından birisidir. UPFC güç sistemleri hem seri hem de paralel olarak bağlanmaktadır. Sürekli durum ve geçici durum çalışmada UPFC sistemde gerilim, akım, açı ve aktif-reaktif güç kontrolünü sağlamada oldukça etkili bir şekilde kullanılmaktadır. UPFC'nin kontrol devresi şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. UPFC kontrol devresi

UPFC'nin POD ile beraber kullanıldığı şekil 3'de, sistemin durumuna göre gerilim-akım olarak alınan bilgiler UPFC kontrol parametre bilgilerini kontrol etmektedir. Sistemin küçük sinyal kararlılığı analizinde kullanılan UPFC'nin seri gerilim kaynağı ( $v_s$ ) ve şönt akım kaynağı ( $i_{SH}$ ) ifadeleri denklem 4'de gösterilmiştir.

$$v = (v_p + jv_q)e^{j\phi} = rV_k e^{j\gamma} \quad (4)$$

$$i_{SH} = (i_p - ji_q)e^{j\theta_k}$$

Şekil 3'de verilen UPFC'nin dinamik modelinde üç tane durum değişkeni kullanılmaktadır. POD modelde kullanılan durum değişken ifadeleri ( $\dot{v}_p, \dot{v}_q, \dot{i}_q$ ) denklem 5'de gösterilmiştir.

$$\dot{v}_p = \frac{1}{T_r} [v_{p0} + v_{POD} - v_p]$$

$$\dot{v}_q = \frac{1}{T_r} [v_{q0} - v_q]$$

$$\dot{i}_q = \frac{1}{T_r} [K_r (V_{ref} - V_k) - i_p]$$

Burada,  $T_r$  zaman sabiti,  $v_{p0}$  UPFC gerçek eksen başlangıç gerilimi,  $v_{POD}$  POD gerilimi,  $v_p$  UPFC gerçek eksen gerilimi,  $v_{q0}$  UPFC sanal eksen başlangıç gerilimi,  $v_q$  UPFC sanal eksen gerilimi,  $K_r$  kazanç,  $V_{ref}$  UPFC referans gerilimi,  $V_k$  ölçülen gerilim,  $i_p$  UPFC gerçek eksen akımıdır (Ayres ve ark., 2010).

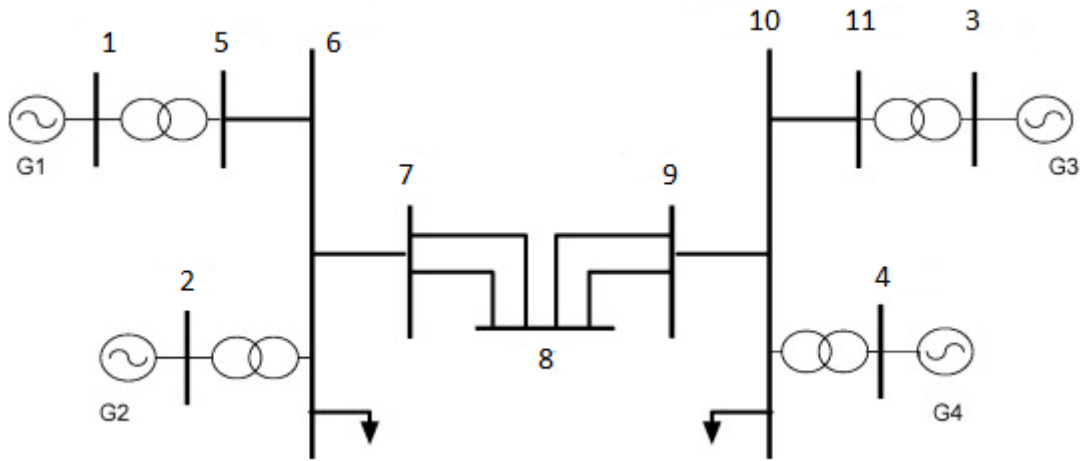
## 2.4. Küçük Sinyal Kararlılığı



Güç sisteminin küçük sinyal kararlılığı elektromekanik salınım modlarının sönümlenmesi ile ilgilidir. Bu salınım davranışı ile rotor açıları değiştikçe senkron generatörlerin elektriksel momentindeki değişim ve rotor ataletleri değişmektedir. Bu salınımların frekansları 0,5 ile 4 Hz aralığındadır. Elektromanyetik salınımlar yerel ve bölgeler arasındaki çalışmada senkron generatörleri veya senkron generatör gruplarını analiz etmektedir. Salınımın elektromekanik modları genel olarak 0,8 ile 2 Hz frekans aralığında olduğunda yerel alan modlarını içerirken 0,16 ile 0,8 Hz frekans aralığında olduğunda bölgeler arası modları içermektedir. Küçük sinyal kararlılığı bu modların yeterince sönümlenmesini sağlamaya çalışmaktadır. Generatörlerde AVR ve PSS'in kullanılması, yerel alan ve bölgeler arası salınım modlarının sönümlenmesini büyük ölçüde etkiler ve bu etki özdeğer analizi ile değerlendirilebilmektedir (Mehta ve ark., 2014). Küçük sinyal kararlılığının daha iyi sonuçlar vermesi için AVR ve PSS ile birlikte TG modeli kullanılmıştır. Dahası özdeğerler, sönümlenme oranı, frekans ve çalışma modlarının iyi sonuçlar vermesi için POD ve UPFC'de bu çalışmada kullanılmıştır.

## 2.5. Benzetim Çalışması

Benzetim çalışması PSAT programında gerçekleştirilmiştir (Milano, 2005). Bu çalışmada Kundur 2 alanlı 4 makinalı test sistemi kullanılmıştır. Test sistemi şekil 4'de gösterilmiştir.

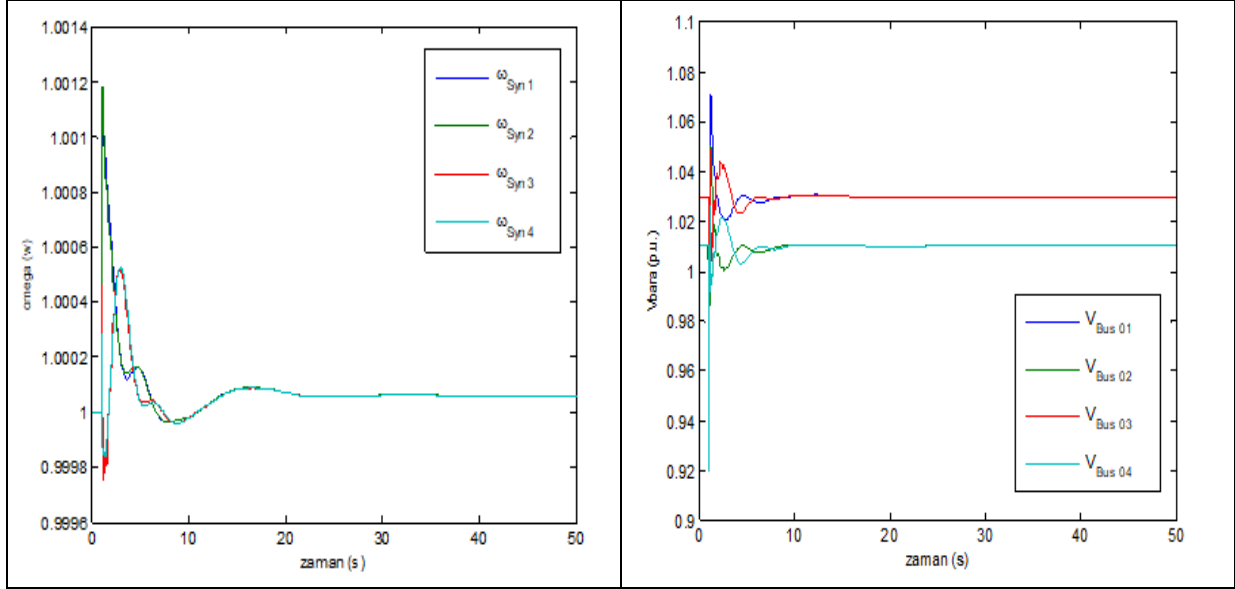


Şekil 4. Test sistemi

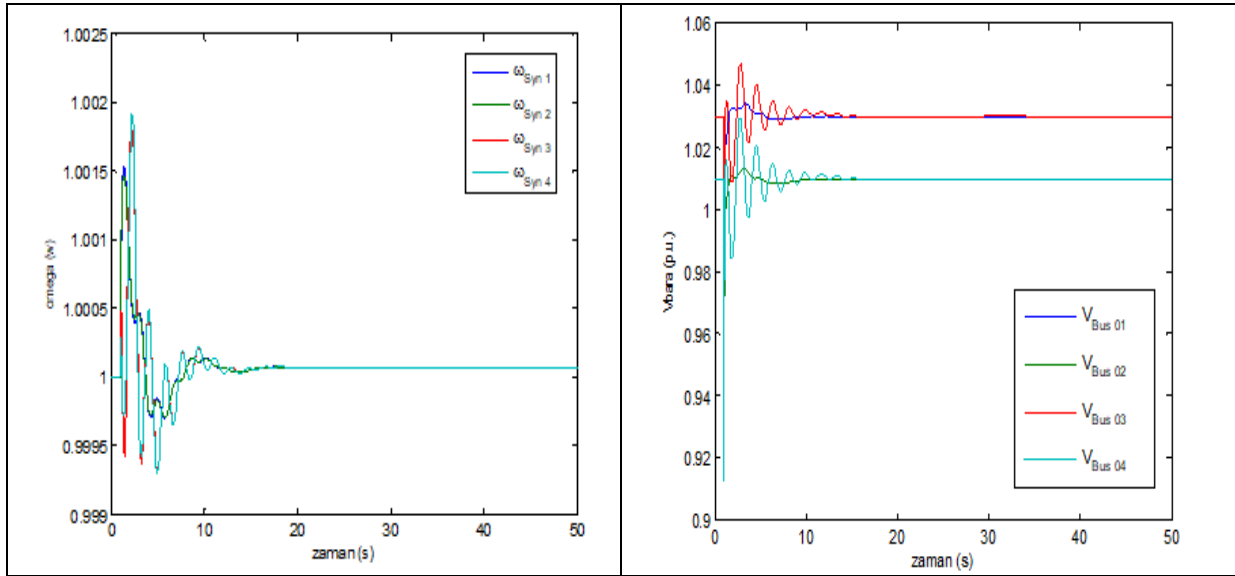
Sistemde 4 tane generatör bulunmaktadır. Senkron Generatör 1 (SG1)-Senkron Generatör 2 (SG2) bir alanı oluştururken, Senkron Generatör 3 (SG3)-Senkron Generatör 4 (SG4) ise diğer alanı oluşturmaktadır. Kundur 2 alanlı 4 generatörlü test sisteminde 11 tane bara bulunmaktadır. 1. bara salınım barası, 2,3 ve 4. baralar generatör baraları ve geri kalan tüm baralar yük baraları olarak isimlendirilmiştir. Sistemde sabit yüklerin dışında 7 ve 10 numaralı baralarda sabit empedans, sabit akım ve sabit aktif güç değerlerine sahip (ZIP) yük modelleri bulunmaktadır. Ayrıca 7 ve 10 numaralı baralarda statik kondanseler bağlıdır. Bu test sisteminde 6 tane iletim hattı kullanılmaktadır. 5 ve 6 numaralı baralar arasında 25 km uzunluğunda iletim hattı, 6 ve 7 numaralar arasında 10 km uzunluğunda iletim hattı, 7 ve 8, 8 ve 9 numaralı baralar arasında 110 km uzunluğunda iletim hattı, 9 ve 10 numaralı baralar arasında 10 km uzunluğunda iletim hattı, 10 ve 11 numaralı baralar arasında ise 25 km'lik iletim hattı kullanılmıştır. SG1, SG2, SG3 ve SG4'de PSS, TG ve AVR modelleri kullanılmıştır. Bu çalışma için PSS 2 ve TG 2 modelleri kullanılırken, AVR 1, AVR 2 ve AVR 3 modelleri ayrı ayrı analiz edilmiştir. 8 ve 9 numaralı baralar arasına UPFC bağlanmıştır. POD ise 7 ile 8 numaralı baralar arasına bağlanmıştır. Bu sistemde kullanılan transformatörler 1-5, 2-6, 3-11, 4-10 numaralı baralar arasına bağlanmıştır. 8 ve 9 numaralı baralar arasına kesici bağlanmıştır. Buraya bağlanan kesici ile yanlış koordinasyon sonucunda belirli bir süre açma-kapama olayları incelenmiştir.

## 2.6. Benzetim Çalışması Sonuçları

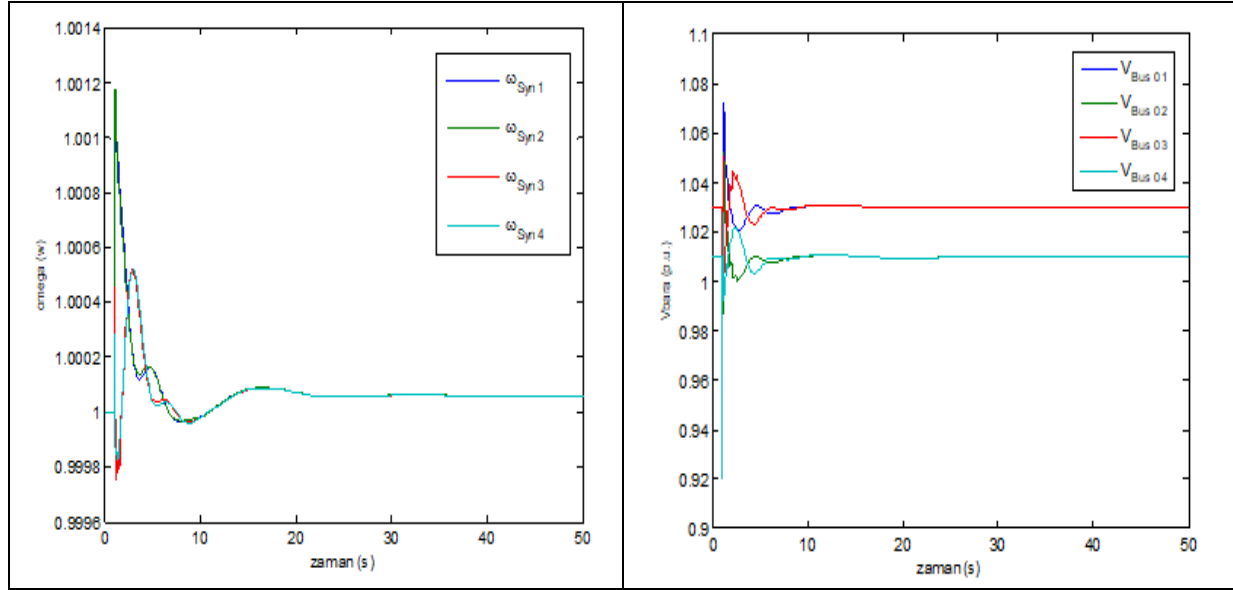
Bu benzetim çalışmasında 3 analiz yapılmıştır. İlk analizde AVR 1 modelin etkileri incelenmiştir. İkinci analizde AVR 2'nin etkileri incelenirken, üçüncü analizde AVR 3'ün etkileri incelenmiştir. AVR 1 modeldeki açılmal hız ve generatör gerilim değışimleri Şekil 5'de verilirken, AVR 2 ve AVR 3 modeldeki açılmal hız ve generatör gerilim değışimleri sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 5. AVR 1 modelde açılmal hız ve generatör gerilim değışimleri



Şekil 6. AVR 2 modelde açılmal hız ve generatör gerilim değışimleri



Şekil 7. AVR 3 modelde açılmal hız ve generatör gerilim değışimleri

Şekil 5, şekil 6 ve şekil 7’de verilen açılmal hızlar ve generatör gerilim değışimleri detaylı bir şekilde incelendiğinde AVR 1, AVR 2 ve AVR 3’ün açılmal hızları yaklaşık olarak 20 saniyede kararlı hale getirdiği görülürken, AVR 1 ve AVR 3 modelde 0.9998-1.0012 değerlerinde salınımların olduğu görülmüştür. Ancak AVR 2 modelde 0.9994-1.0018 değerlerinde salınımların daha sık olduğu görülmüştür. Farklı AVR tiplerinde generatör gerilim değışimleri incelendiğinde AVR1 ve AVR 3 modelde gerilimlerin 10 saniyede kararlı hale geldiği görülürken, AVR 2 modelde gerilimlerin 17 saniyede kararlı hale geldiği görülmüştür. AVR 1 ve AVR 3 modelde gerilimleri 0.92-1.07 değerlerinde salınım yaparken, AVR 2 modelde gerilimlerin 0.91-1.05 değerleri arasında salınım yaptıkları görülmüştür. Farklı AVR modellerin kullanılması ile elde edilen öz değerler, sönümleme oranları, frekans ve çalışma modları tablo 1 ile tablo 3 arasında gösterilmiştir.

**Tablo 1.** AVR’nin 1 numaralı çalışma modelinde kullanıldığı durum

| AVR Model 1 |                   |           |         |                 |
|-------------|-------------------|-----------|---------|-----------------|
| No          | $\lambda$         | $\xi$ (%) | f       | Salınım Modları |
| 1           | -7.8582±j2.007    | 96.89     | 1.2908  | Yerel alan      |
| 2           | -7.9725±j1.9122   | 97.24     | 1.3049  | Yerel alan      |
| 3           | -3.746±j0.63637   | 98.59     | 0.60474 | Bölgeler arası  |
| 4           | -0.59281±j 1.6417 | 33.96     | 0.2778  | Bölgeler arası  |
| 5           | -0.99602±j 1.5126 | 55.00     | 0.28824 | Bölgeler arası  |

**Tablo 2.** AVR’nin 2 numaralı çalışma modelinde kullanıldığı durum

| AVR Model 2 |                   |           |         |                 |
|-------------|-------------------|-----------|---------|-----------------|
| No          | $\lambda$         | $\xi$ (%) | f       | Salınım Modları |
| 1           | -0.99683±j7.2467  | 13.63     | 1.1642  | Yerel alan      |
| 2           | -1.1224±j7.5194   | 14.76     | 1.21    | Yerel alan      |
| 3           | -3.6298±0.71488   | 98.11     | 0.5888  | Bölgeler arası  |
| 4           | -0.38294±3.6105   | 10.55     | 0.57785 | Bölgeler arası  |
| 5           | -0.32275±j0.73836 | 40.05     | 0.12825 | Bölgeler arası  |

**Tablo 3.** AVR'nin 3 numaralı çalışma modelinde kullanıldığı durum

| AVR Model 3 |                  |           |         |                 |
|-------------|------------------|-----------|---------|-----------------|
| No          | $\lambda$        | $\xi$ (%) | f       | Salınım Modları |
| 1           | -7.8657±j1.9944  | 96.90     | 1.2915  | Yerel alan      |
| 2           | -7.9791±j1.8998  | 97.28     | 1.3054  | Yerel alan      |
| 3           | -3.7426±j0.63816 | 98.58     | 0.60425 | Bölgeler arası  |
| 4           | -0.59052±j1.509  | 36.44     | 0.27676 | Bölgeler arası  |
| 5           | -0.98878±j1.4856 | 55.46     | 0.28713 | Bölgeler arası  |

AVR 1, AVR 2 ve AVR 3 modellerin kullanılması ile tablolardan elde edilen sonuçlarda 2 tane yerel alan modu ve 3 tane bölgeler arası modlar belirlenmiştir. Yerel alan salınım modlarında frekansları 1 ile 2 Hz arasında olduğu görülürken, Bölgeler arası salınım modlarında ise frekansın 0 ile 1 Hz arasında değiştiği görülmüştür. Özdeğer analizleri arasındaki kıyaslamada AVR 1 ve AVR 3'ün iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

### 3. SONUÇ

Çok makinalı güç sistemlerinde kararlılık analizlerinde en etkili olarak kullanılanlarından birisi de küçük sinyal kararlılığıdır. Küçük sinyal kararlılığı için geçici durum esnasında sistemin analitik düzlemde özdeğer analizini yorumlamak oldukça önemlidir. Bu çalışmada POD ve UPFC'nin yanı sıra farklı AVR modelleri ile Kundur 2 alanlı 4 generatörlü test sisteminde açılma hız ve generatör bara gerilim değişimleri incelenmiştir. Dahası 3 farklı AVR modelinde elde edilen özdeğer, sönümleme oranı, frekans ve çalışma modları detaylı olarak incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda AVR 1 ve AVR 3 modelin hem grafiksel hem de tablolarda etkili sonuçlar verdiği görülmüştür. Ancak AVR 1 modelin tablolarda görüldüğü gibi çoğu durumda AVR 3 modele göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. AVR 2 modelin diğerlerine göre sistemi daha geç sürede kararlı hale getirdiği ve özdeğerlerin salınımlardan dolayı daha kötü sonuç verdiği görülmüştür. Bu çalışma farklı FACTS cihazlarının POD ile birlikte kullanılması ile güç sistemleri üzerinde analizlerin yapılmasına zemin hazırlamaktadır.

### KAYNAKLAR

1. Widyan, M. S. (2010). On the effect of AVR gain on bifurcations of subsynchronous resonance in power systems. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 32(6), 656-663.
2. Harb, A. M., & Widyan, M. S. (2002). Controlling chaos and bifurcation of subsynchronous resonance in power system. *Nonlinear Analysis: Modelling and Control*, 7(2), 15-36.
3. Dabur, P., Yadav, N. K., & Tayal, V. K. (2011). Matlab design and simulation of AGC and AVR for multi area power system and demand side management. *International Journal of computer and electrical engineering*, 3(2), 259.
4. Dabur, P., Yadav, N. K., & Avtar, R. (2012). Matlab design and simulation of AGC and AVR for single area power system with fuzzy logic control. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 1(6), 44-49.
5. Zelenin, A. S., Eliseev, D. A., & Popov, M. G. (2019, January). Development and implementation experience of microprocessor emulators for cyber-physical AVR testing complexes. In *2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIconRus)* (pp. 752-756). IEEE.
6. Okou, F., Dessaint, L. A., & Akhrif, O. (2005). Power systems stability enhancement using a wide-area signals based hierarchical controller. *IEEE Transactions on Power Systems*, 20(3), 1465-1477.
7. Micev, M., Čalasan, M., & Oliva, D. (2020). Fractional order PID controller design for an AVR system using Chaotic Yellow Saddle Goatfish Algorithm. *Mathematics*, 8(7), 1182.

8. Gozde, H. (2020). Robust 2DOF state-feedback PI-controller based on meta-heuristic optimization for automatic voltage regulation system. *ISA transactions*, 98, 26-36.
9. Jumani, T. A., Mustafa, M. W., Hussain, Z., Rasid, M. M., Saeed, M. S., Memon, M. M., & Nisar, K. S. (2020). Jaya optimization algorithm for transient response and stability enhancement of a fractional-order PID based automatic voltage regulator system. *Alexandria Engineering Journal*, 59(4), 2429-2440.
10. Dey, P., Saha, A., Mitra, S., Dey, B., Bhattacharya, A., & Marungsri, B. (2021). Improvement of Small-Signal Stability with the Incorporation of FACTS and PSS. In *Control Applications in Modern Power System* (pp. 335-344). Springer, Singapore.
11. Ramos, R. A. (2009). Stability analysis of power systems considering AVR and PSS output limiters. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 31(4), 153-159.
12. Essallah, S., Bouallegue A., & Khedher A. (2019). Integration of automatic voltage regulator and power system stabilizer: small-signal stability in DFIG-based wind farms, *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*, 7(5), 1115-1128.
13. Ayres, H. M., Kopcak, I., Castro, M. S., Milano, F., & Da Costa, V. F. (2010). A didactic procedure for designing power oscillation dampers of FACTS devices. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 18(6), 896-909.
14. Mehta, B., Bhatt, P., & Pandya, V. (2014). Small signal stability analysis of power systems with DFIG based wind power penetration. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 58, 64-74.
15. Milano, F. (2005). Documentation for PSAT Version 1.3.4., [Online] Available at: <http://read.pudn.com/downloads111/ebook/461017/psat-1.3.4.pdf>

**GÜÇ SİSTEMLERİNDE FARKLI BARALARDAKİ ZIP YÜK MODELİNİN  
YÜK AKIŞI VE KAYIPLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**  
EFFECTS ON POWER FLOW AND LOSSES OF ZIP LOAD MODELING IN POWER  
SYSTEMS DIFFERENT BUSES

**M. Kenan DÖŞOĞLU**

Doç. Dr., Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü,  
(Sorumlu Yazar)

**Enes KAYMAZ**

Arş. Gör., Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

**Muhammet DEMİRBAŞ**

Arş. Gör., Beykent Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

**ÖZET**

Günümüzde, teknolojik gelişmeler ve artan dünya nüfusu ile birlikte elektrik güç sistemlerinden talep edilen güçte önemli ölçüde artış meydana gelmektedir. Talep edilen güçteki artışa bağlı olarak güç sistemlerinin planlanmasının ve işletilmesinin önemi her geçen gün artmaktadır. Bir güç sisteminde yer alan generatörlerin çalışma koşullarının belirlenmesinde güç akışı son derece önemlidir. Güç akışı, sürekli durum koşullarında, güç sisteminin her barası için gerilim büyüklüğünün ve faz açısının hesaplanmasıdır. Güç akışı ile sistemdeki aktif – reaktif güç akışları ve kayıplar da elde edilir. Güç akışı probleminin çözümünde, salınım barasının aktif-reaktif güç değerlerinin belirlenmesinde, generatör baralarının reaktif güç-gerilim açısı değerlerinin hesaplanmasında ve yük baralarının gerilim- gerilim açısı değerlerinin elde edilmesinde Newton-Raphson Metodu en sık tercih edilen yöntemlerdendir. Geçmişte, Newton-Raphson Metodu'nun kullanıldığı yük akışı analizlerinde genellikle sabit yük modelleri tercih edilmesine rağmen, bu çalışmada sabit yük baralarının yerine fonksiyon olarak modellenen sabit empedans, sabit akım ve sabit aktif güç (ZIP) yük modeli kullanılmıştır. Benzetim çalışmasında, önerilen ZIP yük modelinin yük akışı ve kayıplar üzerindeki etkisi, Güç Sistemi Analizi Programı (PSAT) kullanılarak IEEE 14-baralı test sisteminde aktif ve reaktif güç kayıpları ile bara gerilim-genlik profilleri açısından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çok baralı bir güç sistemine ZIP yük modelinin dahil edilmesinin, sabit yük baralarına kıyasla daha etkili sonuçlar verdiği görülmektedir. Ayrıca, sistemdeki farklı baralar için ZIP yük modelinin etkisi değerlendirildiğinde, ZIP yük modeli için toplam kayıplar ve bara-gerilim profilleri açısından 4 numaralı baranın en etkili sonuçları sunduğu görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Güç Akışı, ZIP Yük Modeli, Güç Kayıpları, Bara Gerilim Profilleri.

**ABSTRACT**

Today, with the technological developments and the increasing world population, the demand for power from electrical power systems is significantly increasing. Depending on the increase in demand for power, the importance of planning and operating power systems is increasing day by day. Power flow (PF) is extremely important in determining the operating conditions of generators in a power system. PF is the calculation of the voltage magnitude and phase angle for each bus of the power system under steady-state conditions. With the power flow, active-reactive power flows and losses in the system are also obtained. In solving the power flow problem, Newton-Raphson Method is one of the most preferred methods in determining the active-reactive power values of the slack buses, calculating the reactive power- voltage angle

values of the generator buses, and obtaining the voltage-angle values of the load buses. In the past, although constant load models were preferred in load flow analysis using Newton-Raphson Method, in this study constant impedance, constant current, and constant active power load model modeled as a function instead of constant load buses were used. In the simulation study, the effect of the proposed ZIP load model on load flow and losses was analyzed in terms of active and reactive power losses and bus voltage amplitude profiles in the IEEE 14-bus test system using Power System Analysis Toolbox (PSAT).

According to the results, it is seen that the inclusion of the ZIP Load model in a multi-bus power system gives more effective results compared to constant load buses. Moreover, when the effect of the ZIP load model for different buses in the system is evaluated, it is seen that the 4th bus gives the most effective results in terms of total losses and bus-voltage profiles for the ZIP load model.

**Keywords:** Power Flow, ZIP Load Model, Power Losses, Bus Voltage Profiles.

## 1. GİRİŞ

Güç sistemlerinin planlaması ve işletilmesinde sistemdeki generatörlerin çalışma koşullarının belirlenmesinde güç akışının çok önemli bir rolü bulunmaktadır. Güç akışı için hem hesaplamalarında farklı analizlere hem de sürekli durum güç akışına ihtiyaç bulunmaktadır. Güç akışı çözümlemesinde çeşitli çözüm yaklaşımları bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan en yaygın olarak kullanılanlarından bir tanesi Newton-Raphson yöntemidir. Salınım barasının aktif ve reaktif güç değerlerinin belirlenmesinde, generator baralarının reaktif güç ve gerilim açısı değerlerinin belirlenmesinde, yük baralarının gerilim ve gerilim açılarının belirlenmesinde Newton-Raphson yönteminin kullanıldığı çok sayıda çalışma yer almaktadır (Le Nguyen, 1997; Kulworawanichpong, 2010; Lagacé, 2012). Newton-Raphson yönteminde güç akışının daha etkili olarak çalışması için hesaplama kısmında kullanılan jakobiyen matriste geliştirmeler yapılmaktadır. Newton-Raphson yönteminde jakobiyen matris ile iterasyon ayarlaması sağlanmaktadır (Lagacé ve ark.,2008; Neto ve Alves,2016). Newton-Raphson yönteminin kullanıldığı bir diğer alan ise radyal sistemlerde güç akışının sağlanmasıdır. Radyal sistemlerde güç akışının belirli kriterler içerisinde sağlanması için bazı yöntemlerin geliştirilmesinde etkili sonuçlar elde edilmektedir (Eminoglu ve Hocaoglu,2005; Thukaram ve ark.,1999). Newton-Raphson ile güç akışında Esnek AC İletim Sistemi (FACTS) cihazları yaygın olarak kullanılmaktadır. FACTS cihazlarından Statik Senkron Kompanzator (STATCOM), Statik Var Kompanzator (SVC), Statik Senkron Seri Kompanzator (SSSC), Tristör Kontrollü Seri Kompanzator (TCSC) ve Birleştirilmiş Güç Akışı Kontrolü (UPFC) ile güç akışında generatorlerin ürettiği aktif-reaktif güç değerleri ve bara gerilim profillerinin iyileştiği görülmektedir (Zhang ve ark.,2006; Ambriz-Perez ve ark.,2000; Zhang, 2003; Kamel ve ark.,2021; Liu ve ark.,2000).

Literatürde yapılan çalışmalarda Newton-Raphson ile gerçekleştirilen yük akışı analizlerinde genellikle sabit yük modellerin sistemde olması ile analizler gerçekleştirilmiştir. Sabit yük modellerine göre çeşitli baralarda istenilen parametrelerin bulunması ve güç kayıpları karşılaştırmaları yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada, literatür çalışmalarından farklı olarak çok baralı güç sisteminde sabit yük baralarının yerine fonksiyon olarak modellenen ZIP yük modeli ile güç akışı analizleri gerçekleştirilmiş ve sistemdeki farklı baralar için ZIP yük modelinin etkisi aktif ve reaktif güç kayıpları ile bara gerilim-genlik profilleri açısından incelenerek elde edilen sonuçlar detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.

## 2. NEWTON-RAPHSON İLE GÜÇ AKIŞI ANALİZİ

Newton-Raphson yöntemi güç akışını çözümlemede kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Bu yöntem, lineer olmayan eşitlikleri Taylor Serisi açılımı ile çözümlemektedir. Newton-Raphson

ile  $i$  barasındaki akım eşitlikleri Denklem 1'de gösterilmiştir.

$$i = V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} - V_j \sum_{j=1}^n y_{ij} \quad (1)$$

$i$  barada aktif ve reaktif güç eşitlikleri Denklem 2'de gösterilmiştir.

$$P_i + jQ_i = VI_i^* \quad (2)$$

Denklem 1 ve Denklem 2'nin yer değiştirmesi ile Denklem 3 elde edilir.

$$\frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} = V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} - V_j \sum_{j=1}^n y_{ij} \quad (3)$$

Bu denklemde,  $P_i$   $i$  barasının aktif gücünü,  $Q_i$   $i$  barasının reaktif gücünü,  $V_i^*$   $i$  barasının gerilim eşleniğini,  $V_i$   $i$  barasının gerilimini,  $V_j$   $j$  barasının gerilimini,  $y_{ij}$   $i$  ve  $j$  baraları arasındaki admitansı ifade eder. Denklem 3'ün genişletilmesi ile güç akışında elde edilen aktif ve reaktif güç eşitlikleri Denklem 4 ve Denklem 5'te verilmiştir.

$$P_{pf} = V_i \sum_{j=0}^{NB} V_j (G_{ij} \cos \delta_{ij} + B_{ij} \sin \delta_{ij}) \quad (4)$$

$$Q_{pf} = V_i \sum_{j=0}^{NB} V_j (G_{ij} \sin \delta_{ij} - B_{ij} \cos \delta_{ij}) \quad (5)$$

Burada,  $P_{pf}$   $i$  barasındaki güç akışından elde edilen aktif güç,  $Q_{pf}$   $i$  barasındaki güç akışından elde edilen reaktif güç,  $G_{ij}$   $i$  ve  $j$  baraları arasındaki kondüktans,  $B_{ij}$   $i$  ve  $j$  baraları arasındaki süseptans,  $\delta_{ij}$   $i$  ve  $j$  baraları arasındaki açı değerleridir. Üretilen aktif ve reaktif güç eşitliklerinin talep edilen aktif güç ( $P_s$ ) ve reaktif güç ( $Q_s$ ) ilişkisi Denklem 6 ve Denklem 7'de gösterilmiştir.

$$P_s = P_g - P_d \quad (6)$$

$$Q_s = Q_g - Q_d \quad (7)$$

Bu denklemlerde,  $P_g$   $i$  barasında üretilen aktif güç değeri,  $Q_g$   $i$  barasında üretilen reaktif güç değeri,  $P_d$   $i$  barasından talep edilen aktif güç değeri,  $Q_d$   $i$  barasından talep edilen reaktif güç değeridir (Kamel ve ark.,2021). Bu şekilde Newton-Raphson yönteminde elde edilen aktif güç ve reaktif güç hesaplamaları ile jakobiyen matriste aktif güç, reaktif güç, gerilim ve açı değerlerinin hesaplanması ile sistemde istenen değerler belirli bir tolerans değerine bağlı olarak iterasyonlar ile elde edilmektedir.

### 3. ZIP YÜK MODELİ

ZIP yük modeli güç sistemlerinde gerilime bağlı olarak modellenmesi yapılan statik bir yük türüdür. ZIP yük modeli isminden de anlaşılacağı gibi sabit empedans (Z), sabit akım (I) ve sabit aktif güç (P) kısmından oluşmaktadır.

Sabit empedanslı yük modeli için güç, gerilime bağlı ikinci dereceden bir denklem olarak oluşmaktadır. Buna bağlı olarak akımın sabit doğrusal olmasında, aktif gücün sabit olmasında güç ifadesi gerilimden farklı bir şekilde bağımsız bir çalışmaya sahip olmaktadır. ZIP yük modelinin aktif ve reaktif güç eşitlikleri, Denklem 8 ve Denklem 9'da gösterilmiştir.

$$P = P_0 \left[ p_1 \left( \frac{V}{V_0} \right)^2 + p_2 \frac{V}{V_0} + p_3 \right] \quad (8)$$

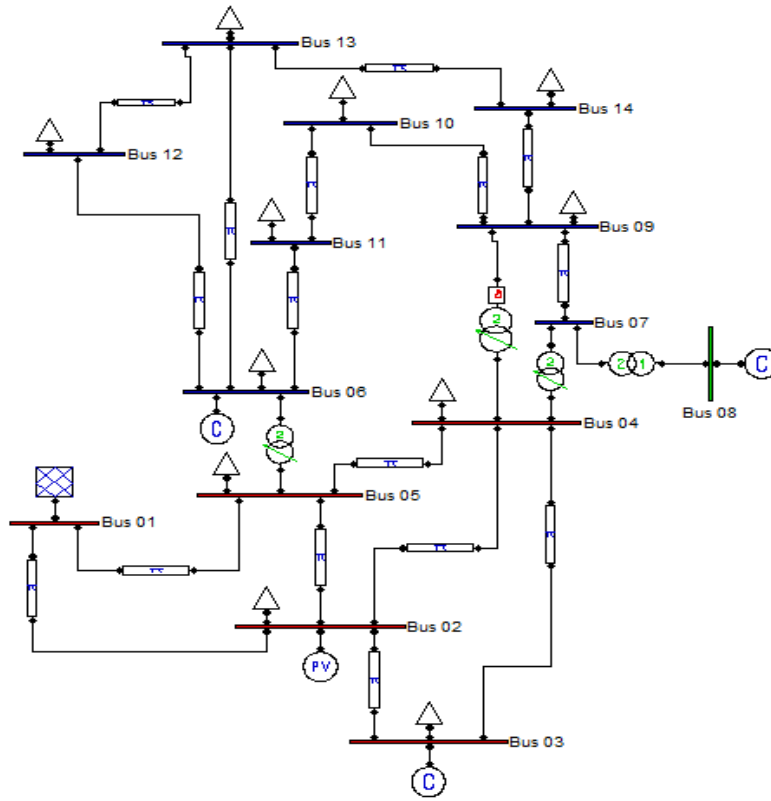


$$Q = Q_0 \left[ q_1 \left( \frac{V}{V_0} \right)^2 + q_2 \frac{V}{V_0} + q_3 \right] \quad (9)$$

Bu denklemlerde  $P_0$  yükün aktif gücü,  $Q_0$  reaktif gücü,  $V$  bara gerilimi,  $V_0$  yük akışı sonucundaki bara gerilim değeri,  $p$  aktif güç parametresi ve  $q$  reaktif güç parametresi değerleridir. ZIP yük modelde sabit empedans, sabit akım ve sabit aktif güç oranları  $p_1+p_2+p_3=1$  ve  $q_1+q_2+q_3=1$  olarak kullanılmaktadır. Ya da bu  $p$  ve  $q$  değerlerinin yüzdesel toplam ifadeleri % 100'e eşit olmaktadır (Döşoğlu ve Arsoy, 2014).

#### 4. BENZETİM ÇALIŞMASI

Benzetim çalışması için Uluslararası Elektrik-Elektronik Mühendisliği (IEEE)'nin 14 baralı güç sistemi kullanılmıştır. IEEE 14 baralı güç sistemi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. IEEE 14 Baralı Güç Sistemi

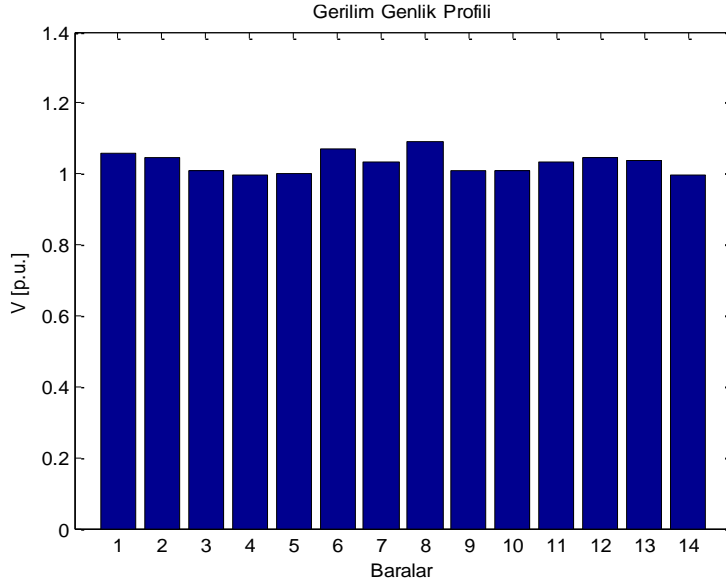
Bu çalışma, Güç Sistemi Analizi Programı (PSAT)'da analiz edilmiştir. IEEE 14 baralı güç sisteminde 1 numaralı bara salınım barası, 2, 3, 6 ve 8 numaralı baralar generatör barası ve 4,5,7,9,10,11,12,13,14 numaralı baralar yük barası olarak kullanılmıştır. Bu sistemde 3 tane transformatör kullanılmaktadır. Bu transformatörler 5-6, 4-8 ve 4-9 numaralı iletim hatlarına bağlıdır. 5-6 ve 4-9 numaralı iletim hatları arasında kademe değiştirici ve faz kaydırıcı transformatörler kullanılmıştır.

Benzetim çalışmasında, öncelikle sabit yük modeli ile yapılan güç akışı sonucunda gerilim profili en düşük olan baralar 4,5 ve 14 numaralı baralar olarak belirlenmiştir. Analizin gerçekleştirildiği sistemde, 14 numaralı yük barasındaki sabit yük modeli yerine ZIP yük modeli tercih edilmiştir. ZIP yük modelinin güç değerleri, sabit yükün aktif ve reaktif güç değerlerine bağlı olarak kullanılmıştır. Bunun devamında 4,5 ve 14 numaralı baralarda ZIP yük

modeli ile güç akışı gerçekleştirilerek güç sisteminin farklı baraları için gerilim genlik profilleri ve aktif-reaktif güç kayıpları açısından elde edilen sonuçlar detaylı bir şekilde karşılaştırılmıştır.

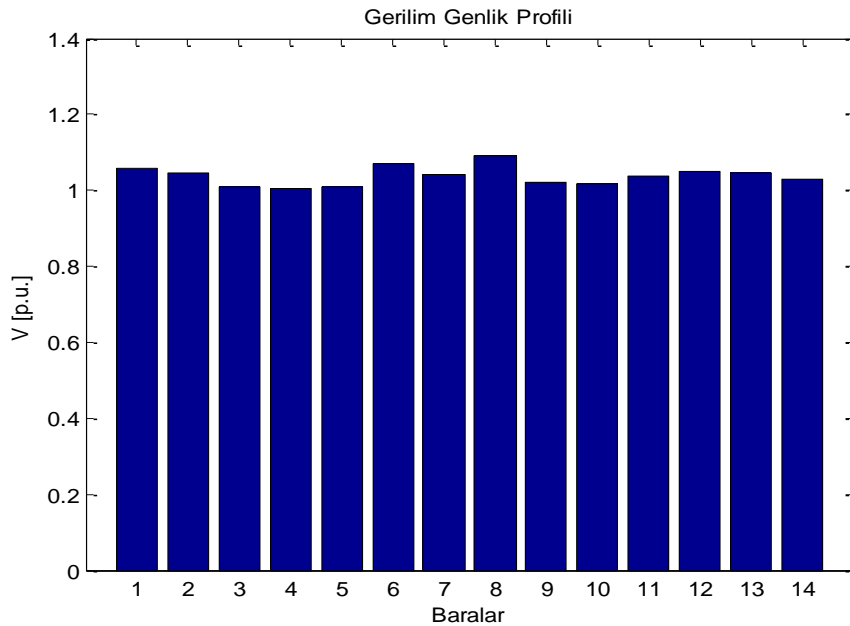
#### 4.1 Benzetim Çalışması Sonuçları

Benzetim çalışmasında yapılan ilk analizde, güç sisteminin 14 numaralı yük barasında sabit yük modeli var iken yapılan güç akışı sonucunda bara gerilim genlik profili değerleri Şekil 2’de gösterilmiştir. Bu analiz sonucunda, sistemdeki aktif güç kaybı **0.29452 p.u** ve reaktif güç kaybı **0.91576 p.u** olarak elde edilmiştir.



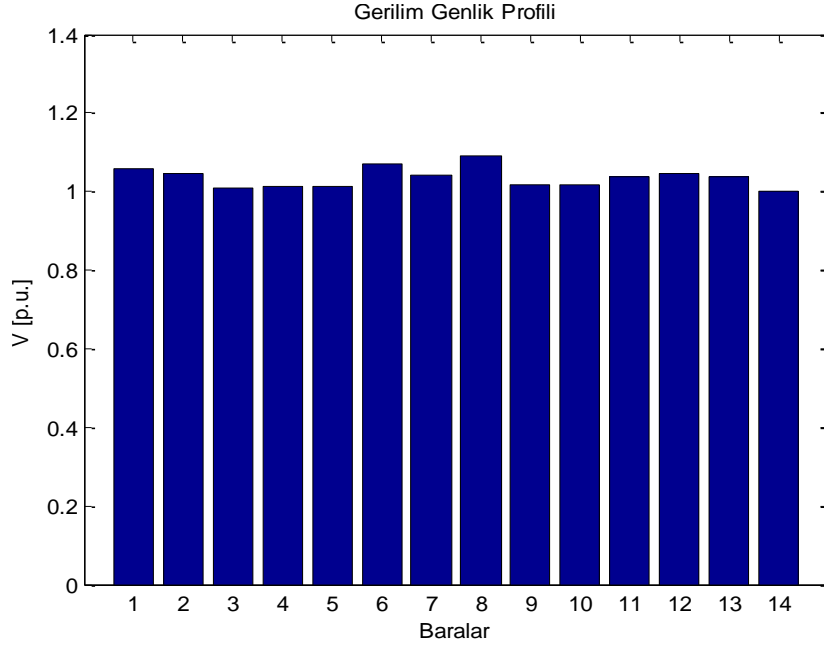
Şekil 2. IEEE 14 Baralı Sistemde Sabit Yük Modeli için Bara Gerilim Genlik Profili

İkinci analizde, 14 numaralı yük barasındaki sabit yük modeli çıkartılarak yerine ZIP yük modeli bağlanmıştır. Bu yük modelinin görünür güç değeri sabit yük modelindeki aktif ve reaktif güç değerlerine göre belirlenmiştir. ZIP yük modelinin 14 numaralı barada kullanılması ile aktif güç kaybı **0.25316 p.u** ve reaktif güç kaybı **0.72704 p.u** olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bara gerilim genlik profili Şekil 3’te verilmiştir.



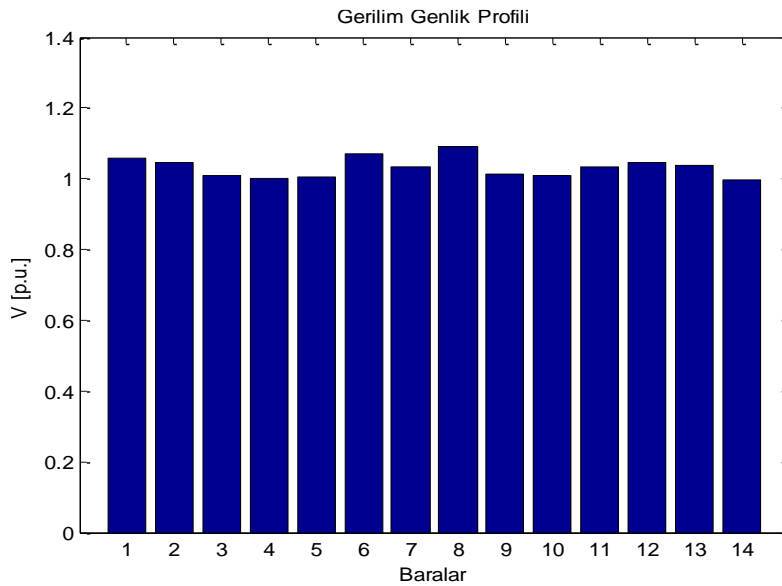
Şekil 3. ZIP Yük Modeli için 14 Numaralı Bara Gerilim Genlik Profili

Üçüncü analizde, ZIP yük modelinin sistemin farklı baralarında bulunmasının yük akışı ve kayıplar üzerindeki etkisini inceleyebilmek amacıyla 4 numaralı baraya ZIP yük modeli bağlanmıştır. ZIP yük modelinin 4 numaralı barada kullanılması ile aktif güç kaybı **0.19424 p.u** ve reaktif güç kaybı **0.56147 p.u** olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bara gerilim genlik profili Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. ZIP Yük Modeli için 4 Numaralı Bara Gerilim Genlik Profili

Son olarak dördüncü analizde, ZIP yük modelinin sistemin farklı baralarında bulunmasının yük akışı ve kayıplar üzerindeki etkisini inceleyebilmek amacıyla 5 numaralı baraya ZIP yük modeli bağlanmıştır. ZIP yük modelinin 5 numaralı barada kullanılması ile aktif güç kaybı **0.27892 p.u** ve reaktif güç kaybı **0.86046 p.u** olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bara gerilim genlik profili Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. ZIP Yük Modeli için 5 Numaralı Bara Gerilim Genlik Profili

Benzetim çalışmasında elde edilen sonuçlar incelendiğinde, 14 numaralı yük barasında sabit yük modeli yerine ZIP yük modeli kullanılmasının aktif-reaktif güç kayıplarının azalttığı

görülmektedir. Ayrıca, test sistemindeki farklı baralar için ZIP yük modelinin etkisi incelendiğinde, 4 numaralı baraya ZIP yük modeli dahil edilmesinin 5 ve 14 numaralı baralara kıyasla toplam kayıplar ve bara-gerilim profilleri açısından daha etkili sonuçlar sunduğu görülmektedir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada IEEE 14 baralı güç sisteminde gerçekleştirilen güç akışı analizi için ZIP yük modelinin farklı baralar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sisteme sabit yük modeli yerine ZIP yük modeli dahil edilerek Newton-Raphson yöntemi ile gerçekleştirilen yük akışının sonuçları karşılaştırılmıştır. Dahası sabit yük modeli ve ZIP yük modeli için sistemdeki aktif ve reaktif güç kayıpları yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde ZIP yük modelinin kullanılması ile sistemin aktif ve reaktif güç kayıplarının sabit yük modeline göre azaldığı görülmüştür. ZIP yük modelinin güç sisteminin farklı baraları üzerindeki etkisi incelendiğinde ise, 4 numaralı baraya ZIP yük modeli dahil edildiğinde 5 ve 14 numaralı baralara kıyasla toplam kayıplar ve bara gerilim genlik profilleri açısından daha etkili sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile ZIP yük modelinden farklı diğer yük modellerinin çeşitli test sistemleri üzerinde oluşturabileceği etkilerin incelenmesine zemin hazırlanmıştır. Bunun yanı sıra yük akışında FACTS cihazlarının da kullanılması ile daha farklı analizlerin yapılabilmesi durumları ortaya çıkmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Ambriz-Perez, H., Acha, E., & Fuerte-Esquivel, C. R. (2000). Advanced SVC models for Newton-Raphson load flow and Newton optimal power flow studies. *IEEE transactions on power systems*, 15(1), 129-136.
2. Döşoğlu, M. K. and Arsoy, A. B., “Modeling and Simulation of Static Loads for Wind Power Applications”, *Neural Computing and Applications*, 25(5), 997-1006, 2014.
3. Eminoglu, U., & Hocaoglu, M. H. (2005). A new power flow method for radial distribution systems including voltage dependent load models. *Electric power systems research*, 76(1-3), 106-114.
4. Kamel, S., Abokrishna, M., Selim, A., & Jurado, F. (2021). Power flow control of power systems based on a simple TCSC model. *Ain Shams Engineering Journal*.
5. Kulworawanichpong, T. (2010). Simplified Newton–Raphson power-flow solution method. *International journal of electrical power & energy systems*, 32(6), 551-558.
6. Lagace, P. J. (2012, October). Power flow methods for improving convergence. In *IECON 2012-38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society* (pp. 1387-1392). IEEE.
7. Lagacé, P. J., Vuong, M. H., & Kamwa, I. (2008, July). Improving power flow convergence by Newton Raphson with a Levenberg-Marquardt method. In *2008 IEEE Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century* (pp. 1-6). IEEE.
8. Le Nguyen, H. (1997). Newton-Raphson method in complex form [power system load flow analysis]. *IEEE transactions on power systems*, 12(3), 1355-1359.
9. Liu, J. Y., Song, Y. H., & Mehta, P. A. (2000). Strategies for handling UPFC constraints in steady-state power flow and voltage control. *IEEE Transactions on Power Systems*, 15(2), 566-571.
10. Milano F., “Power system modelling and scripting,” Springer Science, Business Media, Springer, 2010.

11. Neto, A. B., & Alves, D. A. (2016). Singularities analysis of the Jacobian matrix modified in the continuation power flow: mathematical modeling. *IEEE Latin America Transactions*, 14(12), 4750-4756.
12. Thukaram, D. H. M. W., Banda, H. W., & Jerome, J. (1999). A robust three phase power flow algorithm for radial distribution systems. *Electric Power Systems Research*, 50(3), 227-236.
13. Zhang, X. P. (2003). Advanced modeling of the multicontrol functional static synchronous series compensator (SSSC) in Newton power flow. *IEEE Transactions on Power Systems*, 18(4), 1410-1416.
14. Zhang, Y., Zhang, Y., Wu, B., & Zhou, J. (2006). Power injection model of STATCOM with control and operating limit for power flow and voltage stability analysis. *Electric Power Systems Research*, 76(12), 1003-1011.

## OBSERVER DESIGN FOR STATE VARIABLE FEEDBACK CONTROLLER BY MATLAB

**Amhimmid Q. ALMABROUK**

Mechatronics Department, Higher Institute of Engineering Technology, Bani Walid, Libya ORCID: orcid.org/0000-0003-2325-7071

**Abdussalam Ali Ahmed**

Mechanical Engineering Department, Bani Waleed University, Bani Waleed, Libya ORCID: orcid.org/0000-0002-9221-2902

### ABSTRACT

The drawbacks of frequency domain methods of design, using either root locus or frequency response techniques, is that after designing the location of dominant second-order pair of poles, we keep our fingers crossed, hoping that the higher-order poles do not affect the second-order approximation. What we would like to be able to do is specify all closed-loop poles of the higher-order system. Frequency domain methods of design do not allow us to specify all poles in systems of order higher than two because they do not allow for a sufficient number of unknown parameters to place all the closed-loop poles uniquely. One gain to adjust, or compensator pole and zero to select, does not yield a sufficient number of place all the closed-loop poles at desired locations. Remember, to place  $n$  unknown quantities, you need  $n$  adjustable parameters. State-space methods solve this problem by introducing into the system (1) other adjustable parameters and (2) the technique for finding these parameter values, so that we can properly place all poles of the closed-loop system.

On the other hand, state-space methods do not allow the specification of close-loop zero location, frequency domain methods do allow through placement of the lead compensator zero. This is a disadvantage of state-space methods, since the location of the zero does affect the transient response. Also, a state-space design may prove to be very sensitive to parameter changes.

Finally, there is a wide range of computational support for state-space methods; many software packages support the matrix algebra required by the design process. However, as mentioned before, the advantage of computer support are balanced by the loss of graphic insight into a design problem that the frequency domain methods yield.

**Keywords:** Observer design, State variable feedback, Modern control, Matlab.

### Introduction

The development of control system analysis and design can be divided into three eras. In the first era, we have classical control theory, which deals with techniques developed before 1950. Classical control embodies such methods as root locus, bode, Nyquist, and Routh-Hurwitz. These methods have in common the use of transfer function in the complex frequency ( $s$ ) domain, emphasis on the use of graphical techniques, the use of feedback, and the use of simplifying assumptions to approximate the time response.

In the second era, we have modern control, which refers to state space-based methods developed in the late 1950s. and early 1960s. In modern control, system models are directly written in the time domain. Analysis design are also done in the time domain. The period of 1960s was the heyday of modern control. That period did not last very long, however. For one thing, classical control was already well entrenched, tested, and established. Modern control provides a lot of insight into system structure and properties that could be steadily manipulated using classical control. During the era of 1970s, and 1980s, a body of methods finally emerged that tried to provide answers to the plant uncertainty problem.

These techniques, commonly known as robust control, are a combination of modern state space and classical frequency domain techniques.

The research highlights on state space design using MATLAB. State space design consist of specifying the system's desired pole locations and then designing a controller consisting of state-variable feedback gains to meet these requirements. If the state variables are not available, an observer is designed to emulate the plant and provide estimated state variables.

The paper consist of four additional parts. In part 2, we give a brief presentation for analysis of control system using state space. Part 3, is devoted for control system designing using state space. Controller and observer design is reported in this part. In part 4, we use antenna azimuth position control system as case study. The combined designed of controller and observer is demonstrated in this case study. Part 5, gives the main conclusions and recommendations.

### **Stat-space analysis of control systems**

Limitation of conventional control theory:

The root-locus method and frequency- response methods are quite useful for dealing with single-input single-output systems. For example, by means of open-loop frequency- response tests, we can predict the dynamic behavior of the closed-loop system. If necessary, the dynamic behavior of a complex system may be improved by inserting a simple lead or lag compensator. The technique of conventional control theory are conceptually simple and require only a reasonable amount of computation.

In conventional control theory, only the input, and error signals are considered important; the analysis and design of control systems are carried out using transfer functions, together with variety of graphical techniques such as root-locus plots and Nyquist plots. The unique characteristic of conventional control theory is that it is based on the input-output relation of the system, or the transfer function.

The main disadvantage of conventional control theory is that, generally speaking, it is applicable only to linear time-invariant systems having a single input and a single output. It is powerless for time-varying systems, nonlinear system (except simple ones), and multiple input-multiple-output systems. Thus conventional techniques (the root-locus and frequency-response methods) do not apply to the design of optimal and adaptive control systems, which are mostly time varying and / or nonlinear.

### **Modern control theory**

The modern trend in engineering system is towards greater complexity, due mainly to the requirements of complex tasks and good accuracy. Complex system may have multiple inputs and multiple outputs and may be time-varying. Because of the necessity of meeting increasingly stringent requirements on the performance of control systems, the increase in system complexity, and easy access to large-scale computers, modern control theory, which is a new approach to analysis and design of complex control systems, has been developed since around 1960. This new approach is based on the concept of state. The concept of state by itself is not new since it has been in existence for a long time in the field of classical dynamics and other fields. (in fact, the phase-plane method, is a two- dimensional state-space method.)

### **Modern control theory versus conventional control theory**

Modern control theory is contrasted with conventional control theory in the former is graphical to multiple- input multiple- output systems, which may be linear or nonlinear, time-varying while/ the latter is applicable only to linear time-invariant single-input-single-output systems. Also, modern control theory is essentially a time-domain approach, while conventional control theory is a complex frequency- domain approach.

System design in classical control theory is based on trial-and-error procedures which, in general, will not yield optimal control systems. System design in modern control theory, on the other hand, enables the engineer to design optimal control systems with respect to given performance indexes. In addition, design in modern control theory can be carried out for a class of inputs, instead of a

specific input function, such as the impulse function, step function, or sinusoidal function. Also, modern control theory enables the engineer to include initial conditions in the design.

Before we proceed further, we must define state, state variables, state vector, and state space.

**State:** the state of dynamic system is the smallest set of variables (called state variables) such that the knowledge of these variables at  $t=t_0$ , together with the input for  $t \geq t_0$  for completely determines the behavior of the system for any time  $t \geq t_0$ .

Thus, the state of a dynamic system at time  $t$  is uniquely determined by the state at time  $t_0$  and the input for  $t \geq t_0$ , and it is independent of the state and input before  $t_0$ . Note that, in dealing with linear time-invariant system, we usually choose the reference time  $t_0$  to be zero.

**State variables:** The state variables of a dynamic system are the smallest set of variables which determine the state of the dynamic system. If at least  $n$  variables  $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$  are needed to completely describe the behavior of dynamic system (such that once the input is given for  $t \geq t_0$  and the initial state at  $t=t_0$  is specified, the future state of the system is completely determined), then such  $n$  variables  $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$  are a set of state variables. Note that the state variables need not be physically measurable or observable quantities. Practically, however, it is convenient to choose easily measurable quantities for the state variables because optimal control laws will require the feedback of all state variables with suitable weighting.

**State vector:** If  $n$  state variables are needed to completely describe the behavior of a given system, then these  $n$  state variables can be considered to be the  $n$  components of a vector  $x(t)$ . Such a vector is called a state vector. A state vector is thus a vector which determines uniquely the system state  $x(t)$  for any  $t \geq t_0$ , once the input  $u(t)$  for  $t \geq t_0$ , is specified.

**State space:** The  $n$ -dimensional space whose coordinate axes consist of the  $x_1$  axis,  $x_2$  axis,  $\dots, x_n$  axis called a state space. Any state can be represented by a point in the state space.

### Analysis of complex systems

A modern complex system may have many inputs and many outputs, and these may be interrelated in a complicated manner. To analyze such a system, it is essential to reduce the complexity of the mathematical expression, as well as resort to computers for most of the tedious computations necessary in the analysis. The state-space approach to system analysis is best suited from this viewpoint.

While conventional control theory is based on the input-output relationship, or transfer function, modern control theory is based on the description of system equations in terms of  $n$  first-order differential equations. The use of vector-matrix notation greatly simplifies the mathematical representation of system of equations. The increase in the number of state variables, the number of inputs, or the number of outputs does not increase the complexity of the equations. In fact, the analysis of complicated multiple-input-output system can be carried out by the procedures that are only slightly more complicated than those required for the analysis of system of first-order scalar differential equations.

From the computational viewpoint, the state-space methods are particularly suited for digital-computer computations because of their time-domain approach. This relieves the engineer of the burden of tedious computation otherwise necessary and enables him to devote his effort solely to the analytical aspect of the problem. This is one of the advantages of the state-space methods.

Finally, it is important to note that it is not necessary that the state variables represent physical quantities of the system. Variables, which do not represent physical quantities, and those which are neither measurable nor observable, may be chosen as state variable. Such freedom in choosing state variable is another advantage of the state-space methods.

### State –space representation of system

A dynamic system consisting of a finite number of lumped elements may be described by ordinary differential equations in which time is the independent variable. By use of vector-matrix notation, an  $n$ th-order differential equation may be expressed by a first-order vector-matrix differential equation. If



$n$  elements of the vector are a set of state variables, then the vector-matrix differential equation is called a state equation. In this section we shall present methods for obtaining state-space representation of continuous- time system.

Consider the following  $n$ th-order system:

$$y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + \dots + a_{n-1} \dot{y} + a_n y = u \quad (1)$$

Noting that the knowledge of  $y(0), \dot{y}(0), \dots, y^{(n-1)}(0)$ , together with the input  $u(t)$  for  $t \geq 0$ , determines completely the future behavior of the system, we may take  $y(0), \dot{y}(0), \dots, y^{(n-1)}(0)$ , as a set of  $n$  state variables. (Mathematically, such a choice of state variables is quite convenient. Practically, however, because higher-order derivative terms inaccurate, due to noise effects inherent in any practical situations, such a choice of the state variables may not be desirable.)

Let us define

$$\begin{aligned} X_1 &= y \\ X_2 &= \dot{y} \\ &\dots\dots\dots \\ X_n &= y^{(n-1)} \end{aligned}$$

Then equation 1 can be written as

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= x_3 \\ &\dots\dots\dots \\ \dot{x}_{n-1} &= x_n \\ \dot{x}_n &= -a_n x_1 - \dots - a_1 x_n + u \end{aligned}$$

Or

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (2)$$

Where:

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & -a_{n-2} & \dots & -a_1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

The output equation becomes

$$y = [1 \quad 0 \quad \dots \quad 0] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

Or

$$y = Cx \quad (3)$$

Where  $C = [1 \quad 0 \quad \dots \quad 0]$

The first-order differential equation, Eq.(2), is the state equation, and the algebraic Eq.(3), is the output equation.

### Non-unique of the state variable

It has been stated that a set of state variables is not unique for a given system. Suppose that  $x_1, x_2, \dots, x_n$  are a set of state variables. Then we may take as another set of state variables any set of functions

$$\begin{aligned}\hat{x}_1 &= X_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \hat{x}_2 &= X_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ &\dots\dots\dots \\ \hat{x}_n &= X_n(x_1, x_2, \dots, x_n)\end{aligned}$$

Provide that, for every set of values  $\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n$ , there corresponds a unique set of values  $x_1, x_2, \dots, x_n$  and vice versa. Thus, if  $x$  is a state vector, then  $\hat{x}$  where  $\hat{x} = Px$  is also a state vector, provided the matrix  $P$  is nonsingular. Different state vectors convey the same information about the system behavior.

### Eigenvalue of an $n \times n$ matrix $A$

The eigenvalues of an  $n \times n$  matrix  $A$  are the roots of characteristic equation

$$|\lambda I - A| = 0$$

The eigenvalues are sometimes called the characteristic roots.

Consider, for example, the following matrix  $A$ :

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -6 & -11 & -6 \end{bmatrix}$$

The characteristic equation is

$$\begin{aligned}|\lambda I - A| &= \begin{vmatrix} \lambda & 1 & 0 \\ 0 & \lambda & 1 \\ -6 & -11 & \lambda + 6 \end{vmatrix} \\ &= \lambda^3 + 6\lambda^2 + 11\lambda + 6 \\ &= (\lambda + 1)(\lambda + 2)(\lambda + 3) = 0\end{aligned}$$

The eigenvalues of  $A$  are the roots of the characteristic equation, or  $-1$ ,  $-2$ , and  $-3$ .

### Invariance of eigenvalues

To provide invariance of the eigenvalues under a linear transformation, we must show that the characteristic polynomials

$$|\lambda I - A| \text{ and } |\lambda I - P^{-1}AP| \text{ are identical.}$$

Since the determinant of product of the determinants, we obtain

$$\begin{aligned}|\lambda I - P^{-1}AP| &= |\lambda IP^{-1}P - P^{-1}AP| \\ &= |P^{-1}(\lambda I - A)P| \\ &= |P^{-1}| |\lambda I - A| |P| \\ &= |P^{-1}| |P| |\lambda I - A|\end{aligned}$$

Noting that the product determinants  $|P^{-1}|$  and  $|P|$  is the determinant of the product  $|P^{-1}P|$ , we obtain

$$\begin{aligned}|\lambda I - P^{-1}AP| &= |P^{-1}P| |\lambda I - A| \\ &= |\lambda I - A|\end{aligned}$$

Thus we have proved that the eigenvalues of  $A$  are invariant a linear transformation.

### Diagonalization of $n \times n$ matrix

Note that of  $n \times n$  matrix  $A$  with distinct eigenvalues is given by

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & -a_{n-2} & \dots & -a_1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

The transformation  $X=Pz$  where

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \lambda_1 & \lambda_2 & \dots & \lambda_n \\ \lambda_1^2 & \lambda_2^2 & \dots & \lambda_n^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_1^{n-1} & \lambda_2^{n-1} & \dots & \lambda_n^{n-1} \end{bmatrix}$$

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n = n$  distinct eigenvalues of  $A$  will transform  $P^{-1}AP$  into the diagonal matrix, or

$$P^{-1}AP = \begin{bmatrix} \lambda_1 & & & 0 \\ & \lambda_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & \lambda_n \end{bmatrix}$$

If the matrix  $A$  defined by Eq.4 involves multiple eigenvalues, then diagonalization is impossible, if the  $3 \times 3$  matrix  $A$  where

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -a_3 & -a_2 & -a_1 \end{bmatrix}$$

Has the eigenvalues  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ , then the transformation  $x=Sz$  where

$$S = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ \lambda_1 & 1 & \lambda_3 \\ \lambda_1^2 & 2\lambda_1 & \lambda_3^2 \end{bmatrix}$$

Will yield

$$S^{-1}AS = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 1 & 0 \\ 0 & \lambda_1 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{bmatrix}$$

Such a form is called the Jordan canonical form.

### State-space representation of $n$ th-order system with $r$ forcing functions

Consider the multiple-input-multiple-output system shown in Figure.2-1. In this system,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  represent the state variables;  $u_1, u_2, \dots, u_r$  denote the input variables; and  $y_1, y_2, \dots, y_m$  are the output variables. From figure.1, we obtain the system equations as follows:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= a_{11}(t)x_1 + a_{12}(t)x_2 + \dots + a_{1n}(t)x_n + b_{11}(t)u_1 + b_{12}(t)u_2 + \dots + b_{1r}(t)u_r \\ \dot{x}_2 &= a_{21}(t)x_1 + a_{22}(t)x_2 + \dots + a_{2n}(t)x_n + b_{21}(t)u_1 + b_{22}(t)u_2 + \dots + b_{2r}(t)u_r \\ \dot{x}_n &= a_{n1}(t)x_1 + a_{n2}(t)x_2 + \dots + a_{nn}(t)x_n + b_{n1}(t)u_1 + b_{n2}(t)u_2 + \dots + b_{nr}(t)u_r \end{aligned}$$

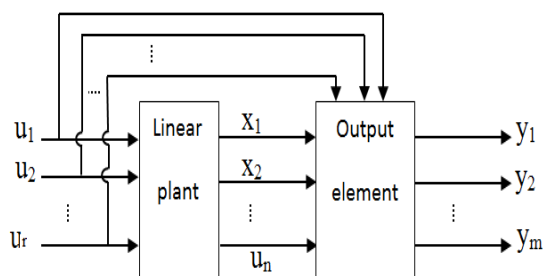


Figure1: Multiple-input- multiple-output.

Where the  $a(t)$ 's and  $b(t)$ 's are constants or functions of  $t$ . in terms of vector-matrix notation, these  $n$  equations can be written compactly as

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u \quad (5)$$

Where

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \text{state vector}$$

$$u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix} = \text{input(or control) vector}$$

$$A(t) = \begin{bmatrix} a_{11}(t) & a_{12}(t) & \dots & a_{1n}(t) \\ a_{21}(t) & a_{22}(t) & \dots & a_{2n}(t) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1}(t) & a_{n2}(t) & \dots & a_{nn}(t) \end{bmatrix}$$

$$B(t) = \begin{bmatrix} b_{11}(t) & b_{12}(t) & \dots & b_{1n}(t) \\ b_{21}(t) & b_{22}(t) & \dots & b_{2n}(t) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ b_{n1}(t) & b_{n2}(t) & \dots & b_{nn}(t) \end{bmatrix}$$

Equation (5) is the state equation for the system. [Note that a vector-matrix differential equation such as eq.(5)(or the equivalent  $n$  first-order differential equations) describing the dynamics of a system is a state differential equation satisfies the definition of state variables.]

For the output signals, we obtain

$$y_1=c_{11}(t)x_1 + c_{12}(t)x_2 + \dots + c_{1n}(t)x_n + d_{11}(t)u_1 + d_{12}(t)u_2 + \dots + d_{1r}(t)u_r$$

$$y_2=c_{21}(t)x_1 + c_{22}(t)x_2 + \dots + c_{2n}(t)x_n + d_{21}(t)u_1 + d_{22}(t)u_2 + \dots + d_{2r}(t)u_r$$

$$y_m=c_{m1}(t)x_1 + c_{m2}(t)x_2 + \dots + c_{mn}(t)x_n + d_{m1}(t)u_1 + d_{m2}(t)u_2 + \dots + d_{mr}(t)u_r$$

In terms of vector-matrix notation, these  $m$  equations can be written compactly as:

$$y = C(t)x + D(t)u \quad (6)$$

Where

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{bmatrix} = \text{output vector}$$

$$C(t) = \begin{bmatrix} c_{11}(t) & c_{12}(t) & \dots & c_{1n}(t) \\ c_{21}(t) & c_{22}(t) & \dots & c_{2n}(t) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ c_{n1}(t) & c_{n2}(t) & \dots & c_{nn}(t) \end{bmatrix}$$

$$D(t) = \begin{bmatrix} d_{11}(t) & d_{12}(t) & \dots & d_{1n}(t) \\ d_{21}(t) & d_{22}(t) & \dots & d_{2n}(t) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ d_{m1}(t) & d_{m2}(t) & \dots & d_{mr}(t) \end{bmatrix}$$

Equation (5) is the output equation for the system. Matrices  $A(t), B(t), C(t),$  and  $D(t)$  completely characterize the system dynamics.

If the differential equation of the system involves derivatives of the forcing function, such as

$$y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + \dots + a_{n-1} \dot{y} + a_n y = b_0 u^{(n)} + b_1 u^{(n-1)} + \dots + b_{n-1} \dot{u} + b_n u \quad (7)$$

Then the set of  $n$  variables  $y, \dot{y}, \ddot{y}, \dots, y^{(n-1)}$  do not qualify as of state variables,

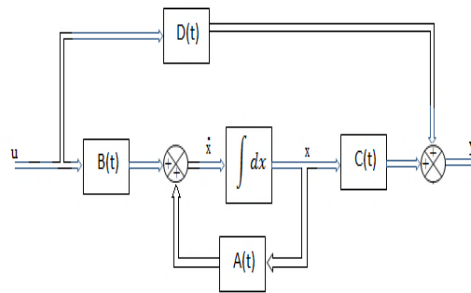


Figure 2: Block diagram representation of the system described by equations (5 and 6).

And the straightforward method previously employed cannot be used. This is because  $n$  first-order differential equations.

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= x_3 \\ \dot{x}_n &= -a_n x_1 - a_{n-1} x_2 - \dots - a_1 x_n + b_0 u^{(n)} + b_1 u^{(n-1)} + \dots + b_n u \end{aligned}$$

Where  $x_1 = y$  may not yield a unique solution.

The main problem in defining the state variables for this case lies in the derivative terms on the right-hand side of the last of the preceding  $n$

The state variables must be such that they will eliminate the derivatives of  $u$  in the state equation.

It is a well-known fact in modern control theory we define the following  $n$  variables as a set of  $n$  state variables

$$\begin{aligned} x_1 &= y - \beta_0 u \\ x_2 &= \dot{y} - \beta_0 \dot{u} - \beta_1 u = \dot{x}_1 - \beta_1 u \\ x_3 &= \ddot{y} - \beta_0 \ddot{u} - \beta_1 \dot{u} - \beta_2 u = \dot{x}_2 - \beta_2 u \\ x_n &= y^{(n-1)} - \beta_0 u^{(n-1)} - \beta_1 u^{(n-2)} - \dots - \beta_{n-2} \dot{u} - \beta_{n-1} u = \dot{x}_{n-1} - \beta_{n-1} u \end{aligned} \quad (8)$$

Where  $\beta, \beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  are determined from

$$\begin{aligned} \beta_0 &= b_0 \\ \beta_1 &= b_1 - a_1 \beta_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\beta_2 &= b_2 - a_1 \beta_1 - a_2 \beta_0 \\ \beta_3 &= b_3 - a_1 \beta_2 - a_2 \beta_1 - a_3 \beta_0 \\ \beta_n &= b_n - a_1 \beta_{n-1} - \dots - a_{n-1} \beta_1 - a_n \beta_0\end{aligned}\quad (9)$$

Then the existence and uniqueness of the solution of the state equation is guaranteed. (note that this is not only choice of state variables, we obtain the following state equation and output equation for the system of Eq.(6))

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \vdots \\ \dot{x}_{n-1} \\ \dot{x}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & -a_{n-1} & \dots & -a_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{n-1} \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_{n-1} \\ \beta_n \end{bmatrix} [u]$$

$$y = [1 \quad 0 \quad \dots \quad 0] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{n-1} \\ x_n \end{bmatrix} + \beta_0 u$$

Or  $\dot{x} = Ax + Bu$  (10)

$Y = Cx + Du$  (11)

Where

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{n-1} \\ x_n \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & -a_{n-1} & \dots & -a_1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_{n-1} \\ \beta_n \end{bmatrix}$$

$$C = [1 \quad 0 \quad \dots \quad 0], \quad D = \beta_0 = b_0$$

The initial condition  $x(0)$  may be determined by use of Eq.(8).

In this state-space representation, the matrix  $A$  is essentially the same as in the system of Eq (1). The derivatives on the right-hand side of Eq.(6)

Affect only the element of the  $B$  matrix.

Note that state-space representation for the following transfer function

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{b_0 s^n + b_1 s^{n-1} + \dots + b_{n-1} s + b_n}{s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_{n-1} s + a_n}$$

Is given also by Eqs. (10) and (11).

### Transfer function matrix

The concept of the transfer matrix is an extension of the transfer function; here we shall first obtain transfer functions of single-input-single-output system and then transfer matrices of multiple-input-multiple-output system from state and output equations.

We shall derive transfer function of a single-input-single-output system from the Laplace-transformed version of the state and output equations.

Let us consider the system whose transfer function is given by

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = G(s) \quad (12)$$

we showed that the state-space representation for this system is given by

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (13)$$

$$Y = Cx + Du \quad (14)$$

Where X is the state vector, u is the input, and y is the output. The Laplace transforms of Eq (13) is given by

$$sX(s)-X(0)=AX(s)+Bu(s) \quad (15)$$

$$Y(s)=CX(s)+Du(s) \quad (16)$$

Since the transfer function was previously defined as ratio of Laplace transform of the output to the Laplace transform of the input when the initial conditions were zero, we assume that X(0).

In Eq.(15) is zero. By substituting

$$X(s)=(sI-A)^{-1}BU(s) \text{ into Eq.(16)}$$

We obtain

$$Y(s)=[C(sI-A)^{-1}B+D]U(s) \quad (17)$$

Upon comparing Eq.(17)with Eq(12), we see that

$$G(s)=C(sI-A)^{-1}B+D \quad (18)$$

This is the transfer-function expression in terms of A,B,C,and D.

Note that the right-hand side of Eq.(18) involves  $(sI-A)^{-1}$ . Hence G(s) can be written as

$$G(s) = \frac{Q(s)}{|SI - A|}$$

Where  $Q(s)$  is polynomial in  $s$ . there for,  $|SI - A|$  is equal to the characteristic polynomial of G(s). In the words, the eigenvalues of A are identical to the poles of G(s).

The transfer matrix G(s) relates the output Y(s) to the input U(s), or

$$Y(s)=G(S)U(s) \quad (19)$$

If the input vector U is r dimensional and the output y is m dimensional, then the transfer matrix is an  $m \times r$  matrix. In an expanded form, Eq(19) can be written as

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11}(s) & G_{12}(s) & \cdots & G_{1r}(s) \\ G_{21}(s) & G_{22}(s) & \cdots & G_{2r}(s) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ G_{m1}(s) & G_{m2}(s) & \cdots & G_{mr}(s) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_m \end{bmatrix}$$

The  $(i,j)th$  element  $G_{ij}(s)$  of the transfer function relating the  $i$ th output to the  $j$ th. By following the same steps as used in deriving Eq (18)

We obtained the transfer matrix for multiple-input-multiple-output system as follow:

$$G(s)=C(sI-A)^{-1}B+D$$

Clearly, the transfer function expression given by Eq.(18) is a special case of this transfer matrix expression.

### Transfer matrix of closed-loop systems

Consider the system shown in figure(3). The system has multiple inputs and multiple outputs. The transfer matrix of the feed forward path is  $G_0(s)$ , and that of the feedback path  $H(s)$ . The transfer matrix between the feedback signal vector E(s) is obtained as follows: since

$$B(s)=H(s)Y(s)$$

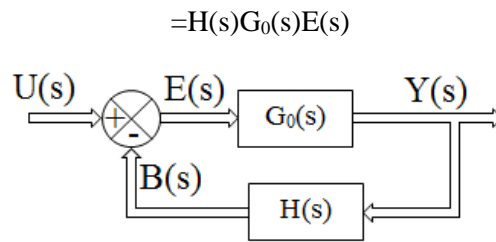


Figure 3: block diagram

We obtain the matrix transfer matrix between  $B(s)$  and  $E(s)$  to be  $H(s)G_0(s)$  thus the transfer matrix of the cascade elements is the product of the transfer matrices of the individual elements. (Note that the order of the matrix multiplication is very important since matrix multiplication is, in general, not commutative.)

The transfer matrix of the closed-loop system is obtained as follows: since

$$\begin{aligned} Y(s) &= G_0(s)[U(s)-B(s)] \\ &= G_0(s)[U(s)-H(s)Y(s)] \end{aligned}$$

We obtain

$$[I+G_0(s)H(s)]Y(s) = G_0(s)U(s)$$

Pre multiplying both sides of this last equation by  $[I + G_0(s)H(s)]^{-1}$ , we obtain

$$Y(s) = [I + G_0(s)H(s)]^{-1} G_0(s)U(s)$$

The closed-loop transfer matrix  $G(s)$  is given by

$$G(s)=[I+G_0(s)H(s)]^{-1}G_0(s) \quad (20)$$

### State-space representation of discrete-time system.

The state-space approach to the analysis of dynamic system can be extended to the discrete-time case. The discrete form of the state-space representation is quite analogous to the continuous form to the continuous form . the most general state-space representation of linear discrete-time systems is

$$X(k+1)G(k)x(k)H(k)u(k) \quad (21)$$

$$Y(k)=C(k)x(k)+D(k)u(k) \quad (22)$$

Where  $x(k)$  is the state vector,  $u(k)$  is the input vector, and  $y(k)$  is the output vector, each specified at  $t = kT$ ,  $k = 0, 1, \dots$ , and  $T$  is sampling period.

Similarly, we use the simplified notation  $u(k)$ ,  $y(k)$ ,  $G(k)$ ,  $H(k)$ , and  $D(k)$ . Equation (21)and (22) discrete-time system described by Eqs. (21)and (22).the unit-delay element has a delay time of  $T$  seconds. If the linear discrete-time system is time-invariant, then Eqs.(21) and (22) are modified to

$$X(k+1)=Gx(k)+Hu(k) \quad (23)$$

$$Y(k)=Cx(k)+Du(k) \quad (24)$$

In this section, we shall be concerned mostly with systems described by Eqs.(23)and(24).

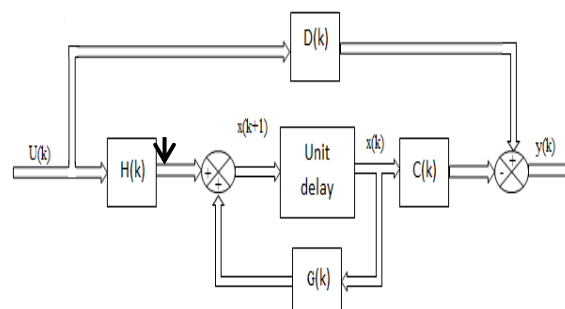




Figure 4: block diagram representation of the discrete-time system described by Eqs.(21)and(22).

### Discretization of continuous-time state space equations

If we wish to compute the state  $x(t)$  by use of a digital computer, we must convert a continuous-time state equation to a discrete-time state . in the following, we shall present such a procedure. We assume that the input vector  $u(t)$  changes only at the quality spaced sampling instants.( the sampling operation here is fictitious. We shall derive the discrete-time state equation which yields the exact values at  $t = kT, k = 0,1,2,\dots$ )

Consider the continuous-state equation

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (25)$$

In the following, in order to clarify the analysis, we shall use the notation  $kT$  and  $(k+1)$  instead of  $k$  and  $k+1$ . The discrete-time representation of Eq. (12) will take the form

$$x((k+1)T)=G(T)x(kT)+H(T)u(kT) \quad (26)$$

Note that the matrices  $G$  and  $H$  depend on the sampling period  $T$ .

(Once this period is fixed,  $g$  and  $H$  are constant matrices.)

In order to determine  $G(T)$  and  $H(T)$ , we use the solution of Eq. (25),or

$$x(t) = e^{At}x(0) + e^{At} \int_0^t e^{-A\tau} Bu(\tau) d\tau$$

we assume that all the components of  $u(t)$  are constant over the interval between any two consecutive sampling instants, or  $u(t) = u(kT)$  for the  $k$ th sampling period. Since

$$x((k + 1)T) = e^{A(k+1)T}x(0) + e^{A(k+1)T} \int_0^{(k+1)T} e^{-A\tau} Bu(\tau) d\tau \quad (27)$$

And

$$x(kt) = e^{Akt}x(0) + e^{Akt} \int_0^{kT} e^{-A\tau} Bu(\tau) d\tau \quad (28)$$

Multiply Eq.(28) by  $e^{AT}$  and subtraction from Eq.(27) we obtain

$$\begin{aligned} x((k + 1)T) &= e^{AT}x(kT) + e^{A(k+1)T} \int_{kT}^{(k+1)T} e^{-A\tau} Bu(\tau) d\tau \\ &= e^{AT}x(kT) + e^{AT} \int_0^T e^{-A\tau} Bu(kT) dt \\ &= e^{AT}x(kT) + \int_0^T e^{A\lambda} Bu(kT) d\lambda \end{aligned} \quad (29)$$

Where  $\lambda = T-t$ . if we define

$$G(T)= e^{AT} \quad (30)$$

$$H(T)=\left(\int_0^T e^{A\tau} dt\right)B \quad (31)$$

Then Eq.(29) becomes

$$X((k+1)T) = G(T)x(kT)+H(T)u(kT)$$

Which is Eq.(26). Thus Eqs. (30)and (31) give desired matrices  $G(T)$  and  $H(T)$ .

### Design via state space.

#### Controller design

In this section we show how to introduce additional parameters into a system so that we can control the location of all closed-loop poles. As  $n$ th-order feedback, control system has an  $n$ th-order closed-loop characteristics equation of the form

$$S^n + a_{n-1}S^{n-1} + \dots + a_1S + a_0 = 0 \quad (32)$$

Since the coefficient of the highest power of  $S$  is unity, there are  $n$  coefficients whose values determine the system's closed-loop pole locations. Thus, if we can introduce  $n$  adjustable parameters into the system and relate them to the coefficients in Eq(32), all of the poles of the closed-loop system can be set to any desired location.

### Topology for pole placement

In order to lay the groundwork for the approach, consider a plant represented in state-space by

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (33a)$$

$$Y = Cx \quad (33b)$$

And shown pictorially in figure (5-a), where light lines are scalars and the heavy lines are vectors.

In a typical feedback control system the output,  $y$ , is feedback to the summing junction. It is now that the topology of the design changes. Instead of feeding back.

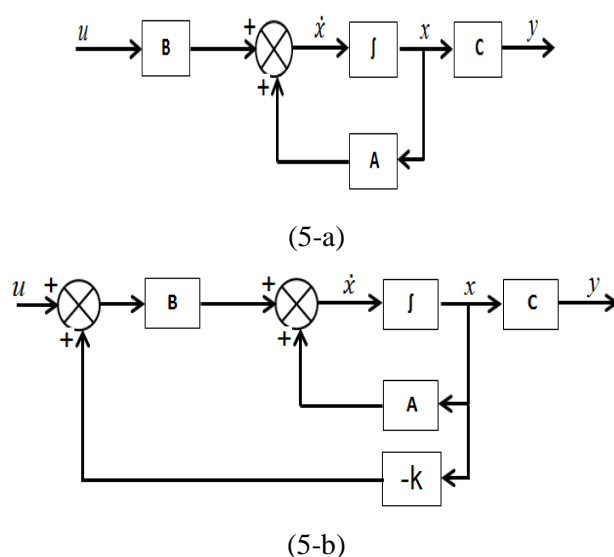


Figure 5: a. state-space representation of plant b: plant with state-feedback.

$y$ , what if we feedback all of the state variables if each state variable is feedback to control,  $u$ , through a gain  $m$   $k_i$ , there would be  $n$  gains,  $k_i$ , that could be adjusted to yield the required closed-loop pole values. The feedback through the gains,  $k_i$ , is represented in Figure(5-b) by the feedback vector  $-k$ .

the state equations for the closed-loop of figure 5-a can be written by inspection as:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu = Ax + B(-Kx + r) \\ &= (ABK)x + Br \end{aligned} \quad (34.a)$$

$$y = Cx \quad (34.b)$$

Before continuing you should have a good idea of how the example, assume a plant signal-flow graph in phase-variable form, as shown in Figure (6.-a). Each state variable is then feedback to the plant's input,  $u$ , through a gain,  $k_i$ , as shown in Figure (6-b). The phase-variable form, with its typical lower companion system matrix, or the controller canonical form, with its typical upper companion system matrix, yields the simplest evaluation of the feedback gains. In our discussion, we use the phase-variable form to develop and demonstrate the concepts.

The design of state-variable feedback for closed-loop pole placement consists of equating the characteristic equation of a closed-loop system, such as that shown in Figure (6-b), to a desired characteristic equation and then finding the values of the feedback gains,  $k_i$ ,

If a plant like that shown in Figure (6-b) is of high order and not represented in phase-variable or controller canonical form, the solution for the  $k_i$ 's, can be intricate. Thus, it is advisable to transform the system to either of these forms, design the  $k_i$ 's, and then transform the system back to its original representation. We perform

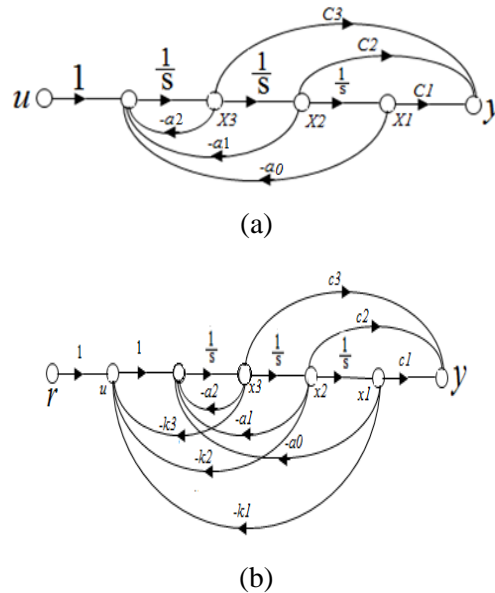


Figure (6): **a.** phase-variable representation for plant; **b.** plant with state-variable feedback.

### Pole placement for plants in phase-variable form

To apply pole-placement methodology to plants represented in phase-variable form, we take the following steps:

1. represent the plant in phase variable form.
2. feedback each phase variable to the input of the plant through a gain,  $k_i$ .
3. find the characteristic equation for the closed-loop system represented in step2.
4. decide upon all closed-loop locations and determine as equivalent characteristic equations.
5. equate like coefficients of the characteristic equations from step3 and 4 and solve for  $k_i$ .

### Controllability

To control the pole location of the closed-loop system, we are saying implicitly that the control signal,  $u$ , can control the behavior of each state variable in  $x$ . if any one of the state variables cannot be controlled by the control  $u$ , then we cannot place the poles of the system where we desire.

### Observer Design

Control design relies upon access to the state variables for feedback through adjustable gains. This access can be provided by hardware. For example, gyros can measure position and velocity on a space vehicle. Sometimes it is impractical to use this hardware for reasons of cost, accuracy, or availability. For example, in powered flight of space vehicles, inertial measuring units can be used to

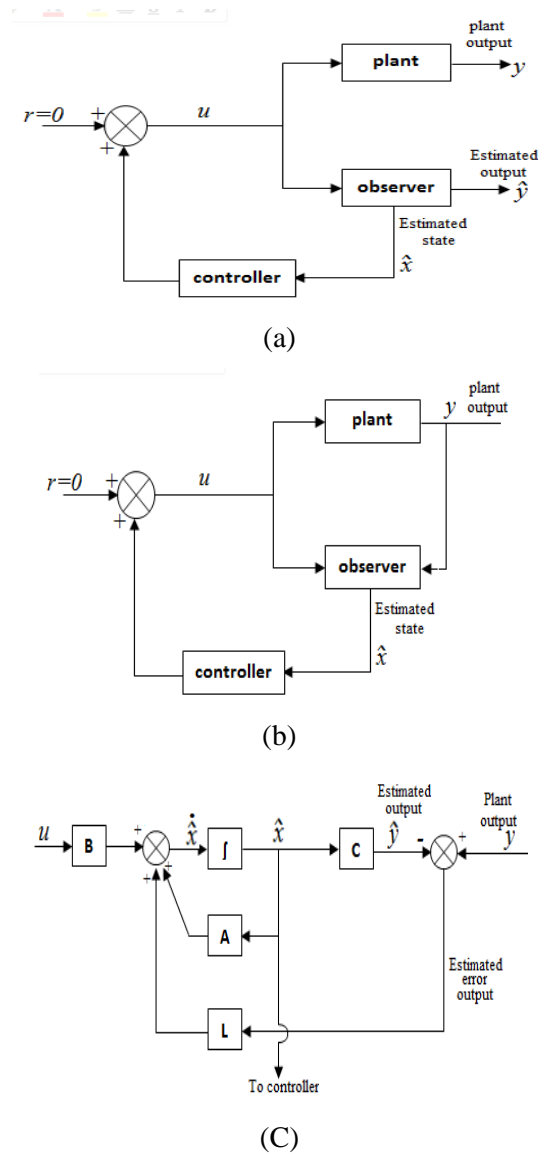


Figure 7: state-feedback design using an observer to estimate unavailable state variable, a: open-loop observer, b: closed-loop observer: exploded view of a close-loop observer, showing feedback arrangement to reduce state variable estimation error.

Calculate the acceleration. However, their alignment deteriorates with time; thus, other means of measuring acceleration may be desirable. In other applications, some of the state variables may not be available at all, or it is too costly to measure them or send them to the controller. If the state variables are not available because of system configuration or cost, it is possible to estimate the states. Estimated states, rather than actual state, are then fed to the controller. One scheme is shown Figure (6-a). an *observer*, sometimes called an *estimator*, is used to calculate state variables that are not accessible from the plant. Here, the observer is a model of the plant. Let us look at disadvantages of such a configuration.

### Observability

Recall that the ability to control all of the state variable  $s$  is requirement for the design of controller. State-variable feedback gains cannot be designed if any state variable is uncontrollable. Uncontrollable can be viewed best with diagonal zed systems. The signal-flow graph showed clearly that the uncontrollable state variable was not connected to the control signal of the system.

### Antenna control: design of controller and observer

In this case study we will use antenna azimuth position control system to demonstrate the combined design of a controller and observer.

The block diagram of the original system is shown in Figure (7) arbitrarily setting the amplifier gain to 200. The block diagram parameters are  $k_{pot}= 0.318$ ,  $k_1=100$ ,  $a=100$ ,  $k_m=2.083$ ,  $a_m=1.71$ ,  $k_g=0.1$ .

The open-loop transfer function is

$$G(s) \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1325}{s(s + 1.71)(s + 100)}$$

The output of the system is azimuth position  $\theta_0(s)$ .

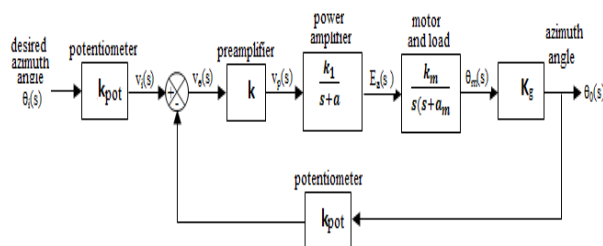


Figure 8: Block diagram of antenna a zimuth position control system.

The case study will specify a transient response for the system and a faster transient response for the observer. The final design configuration will consists of the plant, the observer, and the controller as show in Figure (9). The design of the observer and controller will be separate.

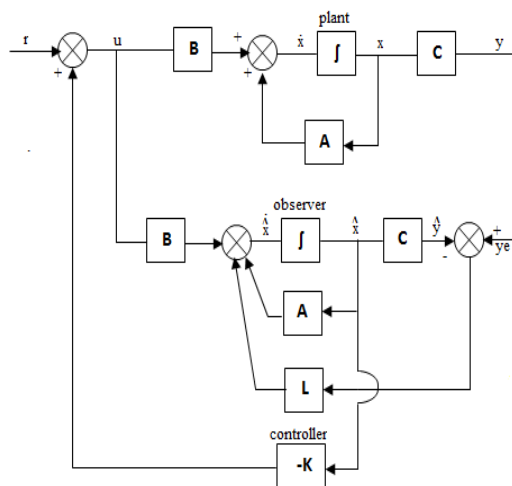


Figure 9: state-space design configuration shown plant, observer, and controller plant.

### Design specification

We will design a controller to yield a 10% overshoot and a settling time of 1 second. Place the third pole 10 times farther from the imaginary axis than the second order dominant pair.

We will design an observer to estimate the states. The desired transient response for the observer is 10% overshoot and a natural frequency 10 times greater than the system response above.

An in the case of the controller, we will place the third pole 10 times farther from the imaginary axis than observer's dominant second-order pair.

### Controller design

We first design the controller by finding the desired characteristic equation. A 10% overshoot and settling time of 1 second yields  $\zeta=0.591$  and  $\omega_n=6.67\text{rad/sec}$ . thus the dominant poles are located as  $-4\pm j5.46$ . The desired characteristics equation for the closed loop system is

$$(s^2+8s+45.8)(s+40)=s^3+48s^2+365.8s \quad (35)$$

Next, we will find the actual characteristic equation of the closed loop system. The first step is to model the closed-loop system in state space and then find it is characteristic equation.

The plant is:

$$G(s) = \frac{1325}{s(s+1.71)(s+100)} = \frac{1325}{s(s^2+101.7s+171)} \quad (36)$$

Using state variable, this transfer function is converted to state-space from using MATLAB statement tfss:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -101.71 & -171 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \quad (37)$$

$$y = [0 \ 0 \ 1325]x \quad (38)$$

We now pause in our design to evaluate controllability of the system. The controllability matrix,  $C_M$ , is

$$C_M = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -201.71 \\ 1 & -101.71 & 10173.92 \end{bmatrix} \quad (39)$$

Noting that the matrix  $C_M$  is obtained using MATLAB statement  $C_m=\text{ctrb}(A,B)$ . the determinate of  $C_M$  is -1; thus, the system is controllable.

Continuing with the design of the controller, we now find the characteristic equation of the system. The system matrix,  $A-BK$ ,

$$A - BK = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -k_1 & -(171 + k_2) & -(101.71 + k_3) \end{bmatrix} \quad (40)$$

Thus, the closed-loop system's characteristic equation is

$$\det[sI-(A-BK)] = s^3 + (101.71+k_3)s^2 + (171+k_2)s + k_1 = 0 \quad (41)$$

We evaluate the controller gain matrix  $K$ . we use the MATLAB command  $K=\text{acker}(A,B,\text{poles})$ , which calculate the controller gain from the system matrix (A) and the input matrix(B):

$$K=[1832 \ 194.8 \ -53.71] \quad (42)$$

### Observer Design.

Before designing the observer, we test the system observability. Using the A and C matrices, the observability matrix,  $O_M$ , is

$$O_M = \begin{bmatrix} 1325 & 0 & 0 \\ 0 & 1325 & 0 \\ 0 & 0 & 1325 \end{bmatrix} \quad (43)$$

The observability matrix is obtained using MATLAB command  $\mathbf{O}_m = \text{obsv}(A,C)$ .

$$\det(\mathbf{O}_M) = 1325^3$$

Thus  $\mathbf{O}_M$  is of rank 3, and the system is observable.

We now proceed to design the observer, we need first to find  $(\mathbf{A}-\mathbf{L}C)$ , where

$$\mathbf{L} = \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ l_3 \end{bmatrix} \quad (44)$$

$$\mathbf{A} - \mathbf{L}C = \begin{bmatrix} -1325l_1 & 1 & 0 \\ -1325l_2 & 0 & 1 \\ -1325l_3 & -171 & -101.71 \end{bmatrix} \quad (45)$$

The characteristic equation for the observer is now evaluated as

$$\det = [\lambda \mathbf{I} - (\mathbf{A} - \mathbf{L}C)] = \lambda^3 + (1325l_1 + 101.71)\lambda^2 + (134800l_1 + 1325l_2 + 171)\lambda + (22600l_1 + 134800l_2 + 1325l_3) = 0 \quad (46)$$

From the problem statement, the poles of the observer are to be placed to yield a 10% overshoot and a natural frequency 10 times that of the system's dominant poles yield. Thus the observer's dominant poles yield  $(s^2 + 80s + 4583)$ .

The real part of the roots of this polynomials is -40. The third pole is then placed 10 times farther from the imaginary axis at -400. The characteristic equation for the observer is

$$(s^2 + 80s + 4583)(s + 400) = s^3 + 480s^2 + 36583s + 1833200 = 0 \quad (47)$$

We can obtain the observer gain matrix  $\mathbf{L}$ . we use the MATLAB command  $l = \text{acker}(A',C',\text{poles})'$  to calculate the observer gain matrix  $\mathbf{L}$ :

$$\mathbf{L} = \begin{bmatrix} 0.286 \\ -1.57 \\ 1494 \end{bmatrix} \quad (48)$$

Figure (9), which follows the general configuration of figure (9). Shows the completed design, including the controller and the observer. The results of the design are shown in Figure (10) and Figure (11). Figure (10) shows of the impulse response of the closed loop system. The undershoot and settling time approximately meet the requirements set forth in the problem statement of 10% and 1 second, respectively. Figure (11) shows the error between the actual plant output  $y$  and the estimated output  $\hat{y}$ . It is shown that this error reach zero very fast.

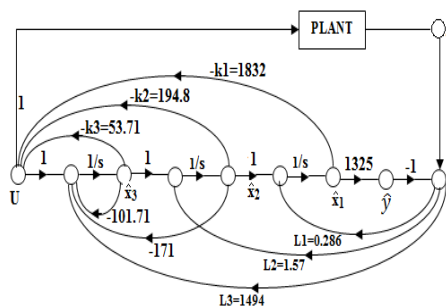


Figure 10: completed state-space design for the antenna azimuth position control system showing controller and observer.

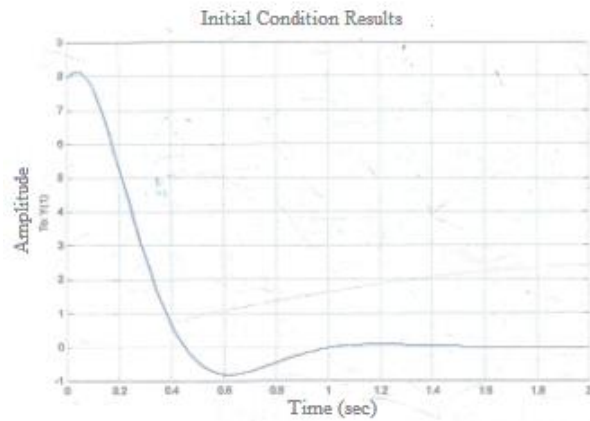


Figure 11: designed impulse response of antenna azimuth position control system.

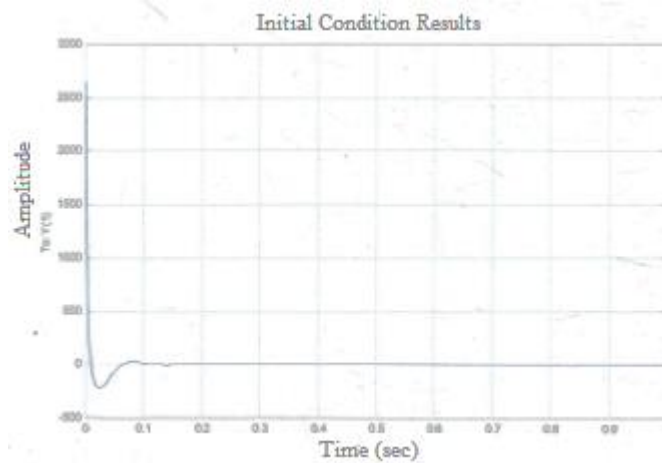


Figure 12: actual plant output and between  $(y - \hat{y})$ .

## Conclusion

Controller design via state-space techniques consist of feeding back the state variables to input,  $u$ , of the system through specified gains. In some cases the control signal cannot effect on wore state variables. For this system, a total design is not possible. Using the controllability matrix, a designer can tell whether a system is controllable prior design.

Observer design consist of feeding back the error between the actual output and the estimated output. This error is feedback through specified gains to the derivatives of the estimated state variables. The response of the observer is designed to be faster than that of the instantaneously at the controller. For systems, the observer requires the state variables cannot be deduced from the output of the system, as. Using the observability matrix, the designer can ten whether or not a system is observable. Observes can be designed only for observable systems.

Three advantages of state-space design are apparent. First, in contrast to the root locus method, all pol locations can be specified to ensure a negligible effect of the non-dominant poles upon the transient response. Second, with the use of an observer, we are no longer forced to acquire the actual system variables for feedback. The advantage here is that sometimes the variables cannot be physically accessed, or it may be too expensive to provide that access. Finally, the methods shown lend themselves to design automation using the digital computer.



## References

- Brogan, W.L, Modern control theory, Englewood Cliffs, N.J : 3<sup>rd</sup> edition, prentice Hall, 199.
- Decalo, R. Linear Systems: A state variable Approach with Numerical Implementation, Prentice Hall, 1989.
- Tstefani, R.T, Design of Feedback control systems, Saunder colleg Publishing, 1994.
- Bode,H.W., Network Analysis and Feedback Design, New York:Van Nostrand Reinhold,1945.
- Anderson, B. D. O., and J. B. Moore, *Linear Optimal Control*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1971.
- Cheng, D. K., Analysis of Linear Systems. Reading, MA: Addison- Wesley Publishing Company, Inc., 1959.
- A. A. Ahmed and A. F. Saleh Alshandoli, "On replacing a PID controller with Neural Network controller for Segway," *2020 International Conference on Electrical Engineering (ICEE)*, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEE49691.2020.9249811.
- E. Kim, C. Kim and H. Shin, "Nonlinear State Feedback Controller Design for Buck-Boost Converters," *2018 21st International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS)*, 2018, pp. 2418-2422, doi: 10.23919/ICEMS.2018.8549320.
- X. Liu, Q. Zhu, P. Narayan and Y. Yang, "The first stage studies of U-state space control system design," *2015 34th Chinese Control Conference (CCC)*, 2015, pp. 946-951, doi: 10.1109/ChiCC.2015.7259761.
- M. M'Saad and M. Farza, "Output feedback control of a class of nonlinear systems," *CCCA12*, 2012, pp. 1-2, doi: 10.1109/CCCA.2012.6417892.
- J. Kim, G. Park and H. Choi, "Sliding mode control design under partial state feedback for ball and beam system," *ICCAS 2010*, 2010, pp. 1293-1296, doi: 10.1109/ICCAS.2010.5670233.
- M. C. Algrain, "Design of observers and feedback controllers using pseudo-linear models of nonlinear systems," *Proceedings of 1995 American Control Conference - ACC'95*, 1995, pp. 3714-3718 vol.5, doi: 10.1109/ACC.1995.53383.
- G. Mingde and C. Qiusheng, "Position controller based on state observer for 6-DOF parallel teleoperation manipulator," *Proceedings of 2011 International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology*, 2011, pp. 1787-1790, doi: 10.1109/EMEIT.2011.6023450.
- S. Moon, J. Choe and J. Lai, "Design of a state-space controller employing a deadbeat state observer for ups inverters," *2017 Asian Conference on Energy, Power and Transportation Electrification (ACEPT)*, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/ACEPT.2017.8168593.
- A. A. Ahmed, J. Santhosh and F. W. Aldbea, "Vehicle Dynamics Modeling and Simulation with Control Using Single Track Model," *2020 IEEE International Women in Engineering (WIE) Conference on Electrical and Computer Engineering (WIECON-ECE)*, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/WIECON-ECE52138.2020.9397983.
- I. McInerney and E. C. Kerrigan, "Automated Project-Based Assessment in a Predictive Control Course," *2018 UKACC 12th International Conference on Control (CONTROL)*, 2018, pp. 443-443, doi: 10.1109/CONTROL.2018.8516728.
- T. Vámos, L. Keviczky, R. Bars, A. Benedek and D. Sik, "An Introductory Overview About Systems and Control a Motivation Lecture in Control Education," *2018 26th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED)*, 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/MED.2018.8442604.
- M. C. M. Teixeira, "Direct expressions for Ogata's lead-lag design method using root locus," in *IEEE Transactions on Education*, vol. 37, no. 1, pp. 63-64, Feb. 1994, doi: 10.1109/13.275189.

**РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ НАХОДКА СУБХОНДРАЛЬНОЙ КИСТЫ ПРИ  
ДЕФОРМИРУЮЩЕМ ОСТЕОХОНДРОЗЕ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО  
СУСТАВА**

X-RAY FINDING OF THE SUBCHONDRAL CYST IN DEFORMING OSTEOCHONDROSIS OF  
TEMPORAL MANDIBULAR JOINT

**ИБРАГИМОВА Р.С.**

Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

**МАЙДАНОВ А. К.**

интерны Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

**БИЖАНОВ Б. З.**

Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

**Резюме.**

Описана клиника деформирующего остеохондроза височно-нижнечелюстного сустава слева, на фоне которого сформировалась субхондральная киста суставной головки. Дана сравнительная оценка информативности отдельных методов визуализации. Анализ клинических наблюдений подтвердил, что компьютерная томография является методом выбора для четкой визуализации и диагностики поражения костных структур височно-нижнечелюстного сустава.

**Ключевые слова:** Височно-нижнечелюстной сустав, суставная головка, деформирующий остеохондроз, субхондральная киста, компьютерная томография.

**Актуальность.**

Остеоартроз височно-нижнечелюстного сустава (ОА ВНЧС) - хроническое заболевание, характеризующееся дистрофическими изменениями его хрящевой, костной и соединительной ткани. R.F.De Souza и соавт., (2012) отмечают его высокую распространённость [1].

В зависимости от отсутствия или наличия предшествующей патологии суставов различают артрозы первичные (генерализованные) и вторичные, обусловленные каким-либо провоцирующим фактором [2]. Вторичные артрозы развиваются в любом возрасте вследствие чрезмерной механической нагрузки, микро- и макротравмы, сосудистых нарушений, аномалии прикуса, внутренних нарушений, гипермобильности, дисплазии сустава, эндокринных и обменных нарушений, асептического некроза кости, причем, как правило, поражается один, редко - несколько суставов [1, 2, 3,5].

Сложность анатомического строения и функции ВНЧС, связь последней с состоянием прикуса и жевательных мышц, обуславливают затруднения в распознавании заболеваний этого сочленения. Поэтому остеоартроз ВНЧС можно отнести к диагностически проблемным заболеваниям, не имеющим специфических симптомов [6]. В диагностике патологии ВНЧС большую роль играют лучевые методы исследования: но информативность их при диагностике различных заболеваний, в том числе остеоартроза ВНЧС, неоднозначна [3, 7].

**Цель** - описать редкое наблюдение деформирующего остеохондроза ВНЧС в сочетании с субхондральной кистой и дать сравнительную оценку информативности отдельных методов визуализации.

Женщина 64 лет обратилась в клинику с жалобами на ноющие боли в околоушной области слева, усиливающиеся при разжевывании пищи, хруст в левом ВНЧС, ограничение

открывания рта, особенно сразу после сна. Начало заболевания ни с чем не связывает, но при тщательном опросе удалось выяснить, что во время зубного протезирования более 20 лет назад врач ввела в полость рта ложку со слепочной массой и надолго ушла из кабинета. Слепок был извлечен с большим трудом. При этом произошел вывих нижней челюсти. С тех пор иногда ощущала «какую-то неловкость, дискомфорт», но внимания на это не обращала. 2-3 года назад появились и стали нарастать перечисленные жалобы. В анамнезе – сахарный диабет, коксартроз, эндопротезирование обоих тазобедренных суставов.

Внешний осмотр без особенностей. Пальпация ВНЧС безболезненна, движения в суставах синхронные. Рот открывает ровно, в полном объеме, при этом в левом ВНЧС отмечается хруст, крепитация. Пальпация мышц шеи, передней и задней групп жевательных мышц безболезненна. Межрезцовая линия не смещена. Полость рта санирована. Имеются мостовидные протезы с опорой на 1.7 и 1.4; 2.3 и 2.5; 3.7 и 3.3; 4.3, 4.5, 4.7 зубы. Прикус глубокий, определяется незначительное снижение окклюзионной высоты нижнего отдела лица.

На зонограмме ВНЧС в положении «рот закрыт» суставные щели сужены в верхних отделах суставной ямки, суставные головки находятся у заднего ската суставного бугорка; в положении «рот открыт» суставные головки расположились впереди от суставного бугорка. Замыкательные пластинки головки, бугорка и ямки сохранены. В передне-верхнем отделе головки мышечкового отростка нижней челюсти слева проецируется округлой формы ячеистый очаг просветления, с четко выраженным склеротическим ободком (рисунок 1).

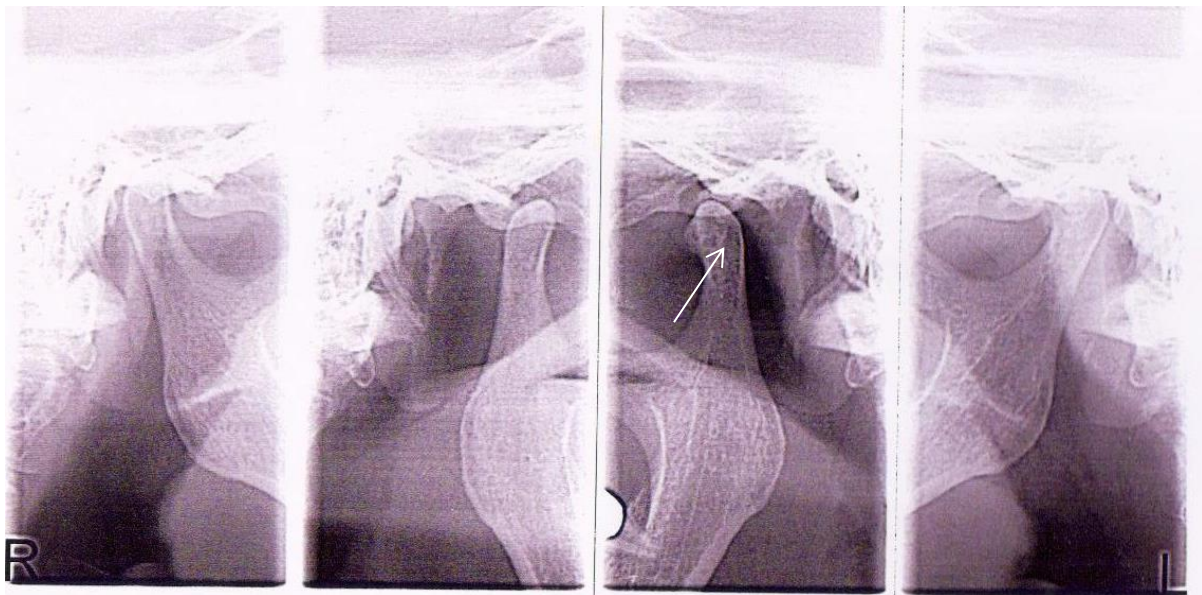


Рис. 1. Зонограмма височно-нижнечелюстного сустава. Объяснения в тексте.

Интерпретировать полученную рентгенологическую картину нам не удалось, тем более что описанный очаг как будто выступал за пределы суставной головки. Пациентка направлена на КТ в 3D формате (рисунки 2, 3, 4).

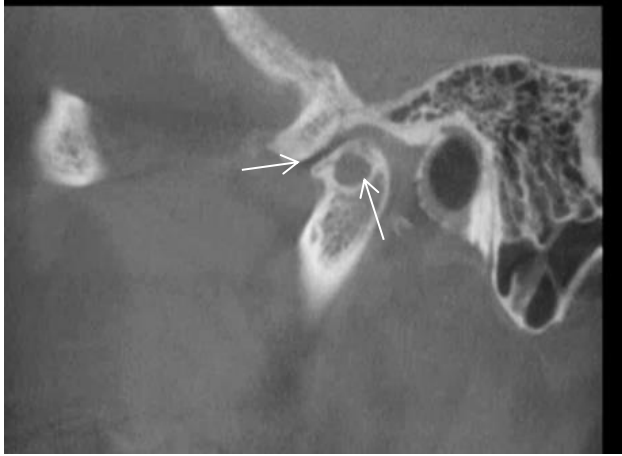


Рис.2. На КТ левого ВНЧС в сагиттальной плоскости имеется краевой остеофит суставной головки в виде крючка и очаг просветления округлой формы с четко выраженным склеротическим ободком.

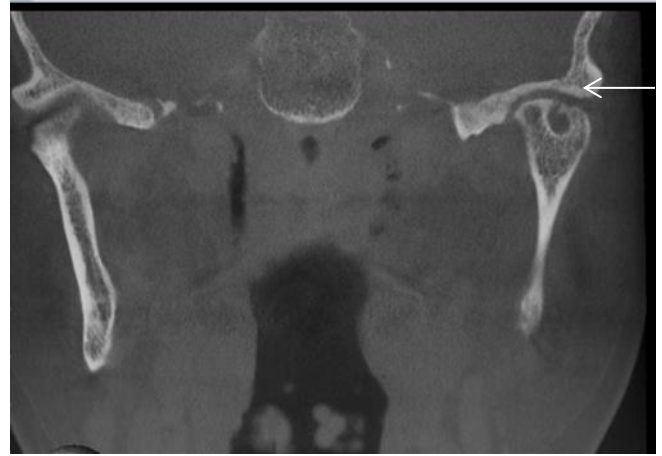


Рис. 3. На КТ левого ВНЧС в коронарной плоскости остеофит менее выражен, имеется частичное разрушение замыкающей костной пластинки, очаг просветления сообщается с суставной полостью. Справа – уплощение суставной головки, остеофит, укорочение шейки мышелкового отростка нижней челюсти, замыкательная пластинка не определяется.

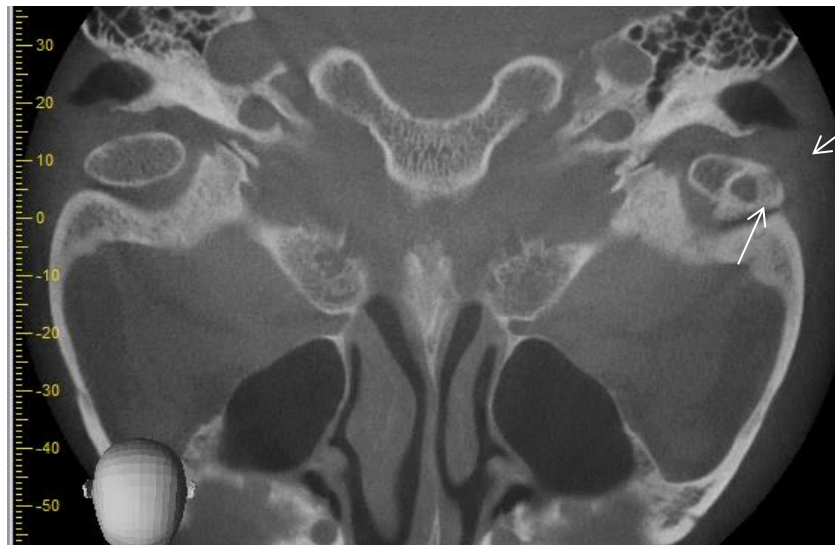


Рисунок 4. На КТ левого ВНЧС в горизонтальной плоскости имеется краевой остеофит суставной головки, очаг просветления округлой формы, в наружном отделе среза суставной головки имеется утолщение субхондральной кости. Правый сустав без особенностей.

На серии КТ изображений положение суставных головок не изменено. Слева отмечается деформация суставной головки за счет краевого остеофита в виде крючка. В структуре головки визуализируется субхондральная киста размером до 6 мм в диаметре, с четкими контурами (виден склеротический ободок), губчатое вещество в субхондральных отделах уплотнено. Суставная щель немного сужена, просвет её неравномерный. Справа – уплощение суставной головки, остеофит, укорочение шейки мышелкового отростка нижней челюсти, замыкательная пластинка не определяется.

Диагноз: Двусторонний деформирующий остеоартроз височно-нижнечелюстного сустава. Субхондральная киста суставной головки слева.

Обсуждение.

Наблюдение 1. Учитывая указания в анамнезе на вывих нижней челюсти при снятии слепка, глубокий прикус, снижение окклюзионной высоты нижнего отдела лица, описанный клинический случай мог быть вторичным, однако коксартроз, эндопротезирование обоих тазобедренных суставов в анамнезе и наличие узлов Хебердена (хотя и при отрицательных результатах ревмопроб) не исключает возможность первичного (системного) заболевания. Результаты физикального обследования пациентки, как и зонографии ВНЧС оказались недостаточно информативными для диагностики заболевания. Использование КТ позволило наряду с характерными для остеоартроза ВНЧС изменениями (остеофит суставной головки, эрозия его кортикального слоя, утолщение субхондральной кости) визуализировать субхондральную кисту в виде очага просветления округлой формы с четко выраженным склеротическим ободком.

### Литература.

1. Костина И.Н. Остеоартроз височно-нижнечелюстного сустава; экспериментальное моделирование, факторы риска, дифференциальная диагностика, новые методы лечения. Дисс. докт. мед. наук. – Екатеринбург, 2014
2. Сысолятин П.Г., Ильин А.А., Дергилев А.П. Классификация заболеваний и повреждений височно-нижнечелюстного сустава. – Москва: Медицинская книга, Н.Новгород: Изд-ство НГМА, 2001. – 79 с.
3. Потапов В.П. Системный подход к обоснованию новых методов диагностики и комплексному лечению больных с заболеваниями височно-нижнечелюстного сустава при нарушении функциональной окклюзии. Дисс. докт. мед. наук. – Самара, 2010.
4. A.O. Abubaker. “ Differential diagnosis arthritis of the temporomandibular Joint” //Oral and maxillofacial Surgery Clinics of North America, vol. 7, pp. 1-21, 1995.
5. Ивасенко П.И., Савченко Р.К., Мискевич М.И., Фелькер В.В. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава. Москва: Медицинская книга, Издательство "Стоматология", 2009, 116 с.
6. Гелетин П.Н., Рогацкий Д.В., Гинали Н.В. Индивидуализация протокола конусно-лучевой компьютерной томографии височно-нижнечелюстного сустава // Научно-практический журнал Института Стоматологии. - 2012.  
-№2 (55). - С. 48-51.
7. Dale A. Miles BA. Temporomandibular Joint Imaging Using CBCT: Technology Now Captures Reality // [http://www.moderndentistrymedia.com/mar\\_april\\_2012/Miles.pdf](http://www.moderndentistrymedia.com/mar_april_2012/Miles.pdf).

### Summary

The clinical picture of deforming osteochondrosis of temporal mandibular joint on the right is described against the background of which a subchondral cyst of the articular head was formed. A comparative assessment of the informative nature of individual visualization methods is given. The analysis of clinical observations confirmed that CT imaging is a selection method for clearly visualizing and diagnosing damage to the bone structures of the temporal mandibular joint.

**Key words:** temporal mandibular joint, articular head, deforming osteoarthrosis, subchondral cyst, CT scan.

## DEVELOPMENT OF THE STRUCTURAL INTERACTING TECHNOLOGIES SCHEME FOR TRAINING OF NEURAL NETWORKS

**Sabina RUZUDZHENK**

V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine,

### ABSTRACT

An artificial neural network (NN) is a device of parallel computing, which consists of many interacting processors. Such processors are usually very simple, unlike those used in computers. Each of them works only with signals that it receives and sends at certain intervals. However, when combining such locally simple elements into a sufficiently large network with controlled interaction, it is possible to solve a wide range of quite complex problems.

The most important property of NN is the ability to learn based on the processing of environmental data and as a result of learning to increase the level of system performance. Productivity increases over time, according to certain rules. NN training takes place through an interactive process of adjusting synaptic weights and thresholds. At best, NN acquires new knowledge about the environment at each iteration of the learning process.

Natural language processing (NLP) is the application of computational methods to model and extract information from human language. With the rise of social media, conversational agents, and personal assistants, computational linguistics is increasingly relevant in creating practical solutions to modeling and understanding human language.

In the course of this work, a study of technologies used to teach neural networks without a teacher (unsupervised learning), features and methods of teaching neural networks to solve NLP (Natural Language Processing). Features of natural language processing (NLP) for learning neural networks, methods of morphological, lexical, syntactic, semantic, discourse analysis, methods of classification and clustering of text data, the process of vocabulary formation were considered. Technologies of vector representation of the text, the process of predicate formation (Claim) and its negation (Claim Negation), as well as the process of synthesis of new predicates (Claim Synthesis) are described.

The aim of the work was to develop a structural scheme of interacting technologies for learning neural networks on the example of solving two basic problems of natural language processing – text analysis (Natural Language Understanding, NLU) and text generation (Natural Language Generation, NLG). The proposed scheme allows to understand the principles of training the network to work with NLP and demonstrates the basic technologies used for this purpose.

**Keywords:** neural network, unsupervised learning, natural language processing.

### INTRODUCTION

An artificial neural network (AR) is a device of parallel computing, which consists of many interacting processors. Such processors are usually very simple, unlike those used in computers. Each of them works only with signals that it receives and sends at certain intervals. However, when combining such locally simple elements into a sufficiently large network with controlled interaction, there is an opportunity to solve a wide range of quite complex problems.

The most important property of NM is the ability to learn based on the processing of environmental data and as a result of learning to increase the level of system performance. Productivity increases over time, according to certain rules. NM training takes place through an interactive process of adjusting synaptic weights and thresholds. At best, NM acquires new knowledge about the environment at each iteration

of the learning process. Natural language processing (NLP) is the application of computational methods to model and extract information from human language. With the rise of social media, conversational agents, and personal assistants, computational linguistics is increasingly relevant in creating practical solutions to modeling and understanding human language.

The aim of the work was to develop a structural scheme of interacting technologies for learning neural networks on the example of solving two basic problems of natural language processing - text analysis (Natural Language Understanding, NLU) and text generation (Natural Language Generation, NLG).

### NEURAL NETWORK ARCHITECTURE

In natural language processing tasks, due to the possibility of using internal memory to process sequences of arbitrary length, the most common are recurrent neural networks (RNN). Recurrent neural networks are a type of neural networks where connections between elements form a directed sequence. This property allows you to process a series of events over time or successive spatial chains. Of the many architectural solutions for recurrent networks, the most commonly used are Long-Short-Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Units (GRU). Long-term short-term memory networks are a special type of RNS capable of learning long-term dependencies (Fig. 1).

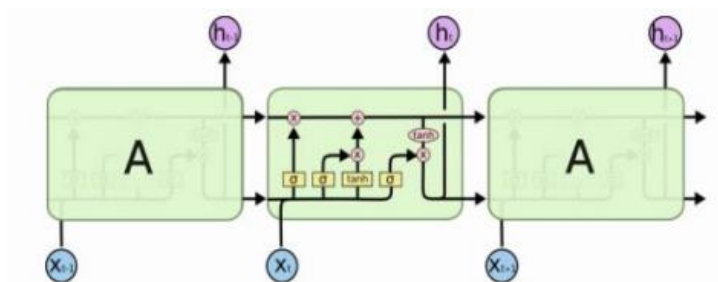


Fig. 1 – LSTM network architecture

Each line transmits an entire vector from the output of one node to the inputs of others. Small circles represent point operators, such as addition of vectors, while small rectangles are trained layers of a neural network. Solid lines indicate concatenation, while branched lines indicate that their contents are being copied and copies are being sent to different locations. Networks of the managed recurrent unit type (Fig. 2) combine LSTM gateways to create a simpler data update rule, which reduces system complexity and increases its efficiency.

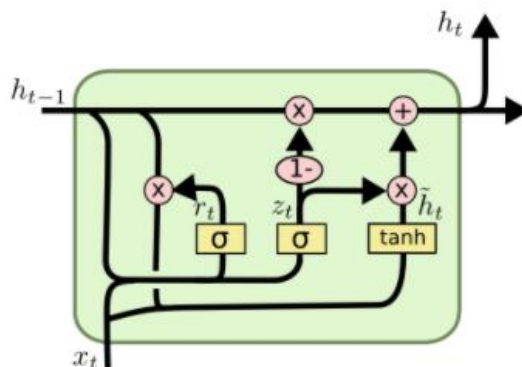


Fig. 2 - Architecture of the controlled recurrent block

Comparing these architectures, it is difficult to say which is more efficient, so the choice of architecture is motivated by the specific task for which the network is used. In the general case, other things being equal, use a controlled recurrent unit, because it requires fewer parameters.

## METHODS OF NATURAL LANGUAGE PROCESSING

Natural language is a language that has evolved naturally in the process of everyday use by humans over time, without formal construction. It covers a wide range, including spoken and sign languages. Natural language is ambiguous, both in written and oral form. Because of this ambiguity, it is difficult for computers to process and understand natural language. This complexity is especially true of aspects of language such as emotional coloring, as well as the use of various paths. In any language there is ambiguity in semantics, grammatical structure of words and sentences, so use different methods of natural language processing, which allow to solve each of these ambiguities.

Natural language processing (NLP) is a term that refers to various methods of computational processing of human languages. There are several types of classification problems typical of NLP: determining the beginning and end of words by characters; identifying the beginning and end of a sentence by words; identifying the beginning and end of word combinations by words in a sentence; identifying the word belonging to a certain part of speech; identifying the beginning and end of named entities by words in a sentence; detection of emotional coloring by words in a sentence.

In the analysis of natural language, language characteristics are often grouped into a set of categories also named the NLP pyramid (Fig. 3). With the rise of social media, conversational agents, and personal assistants, computational linguistics is increasingly relevant in creating practical solutions to modeling and understanding human language. For text analysis, these categories are morphology, vocabulary, syntax, semantics, discourse, and pragmatics. Morphology refers to the form and internal structure of a word. Lexical analysis involves segmenting the text into meaningful units, such as words. Syntax refers to the rules and principles that apply to words, phrases and sentences. Semantics – to the context that gives meaning to the sentence. It is semantics that ensures the effectiveness of human language. Discourse analysis is applied to conversations and the relationships that exist between sentences. Pragmatics – to external characteristics, such as the intention to convey the context.

For language analysis, characteristics are usually grouped into categories of acoustics, phonetics, phonemics, and prosody. Acoustics are the methods we use to represent sounds. Phonetics analyzes how sounds are compared to phonemes, which serve as the basic units of language. Phonemes, also known as phonology, refer to how phonemes are used in a language. Prosody analyzes the nonverbal characteristics that accompany speech, such as tone, stress, intonation, and pitch. Computational and statistical methods that can be applied to each component of the synchronous model form the basis of natural language processing.

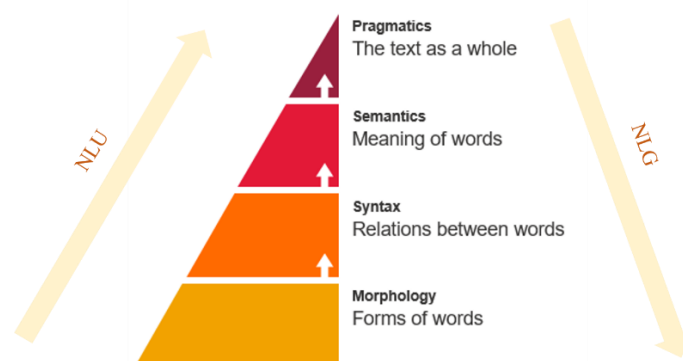


Fig. 3 – Stages of the language processing by categories



Natural language processing seeks to compare language with representations that capture morphological, lexical, syntactic, semantic, or discursive characteristics that can then be processed by learning methods. The choice of representation can have a significant impact on further tasks and will depend on the chosen learning algorithm for analysis.

## DEVELOPMENT OF THE SCHEME OF INTERACTING TECHNOLOGIES

Based on the research of methods of text analysis and generation, a structural scheme of interacting technologies was developed, which demonstrates the sequence of stages for learning the neural network used to solve the problem of text processing and generation (Fig. 4). According to the given scheme the analysis and generation of the text is divided into the following stages: preliminary processing of the given corpus (marked database); presentation of text data in vector form, on the basis of which a dictionary is formed for further work; direct text generation.

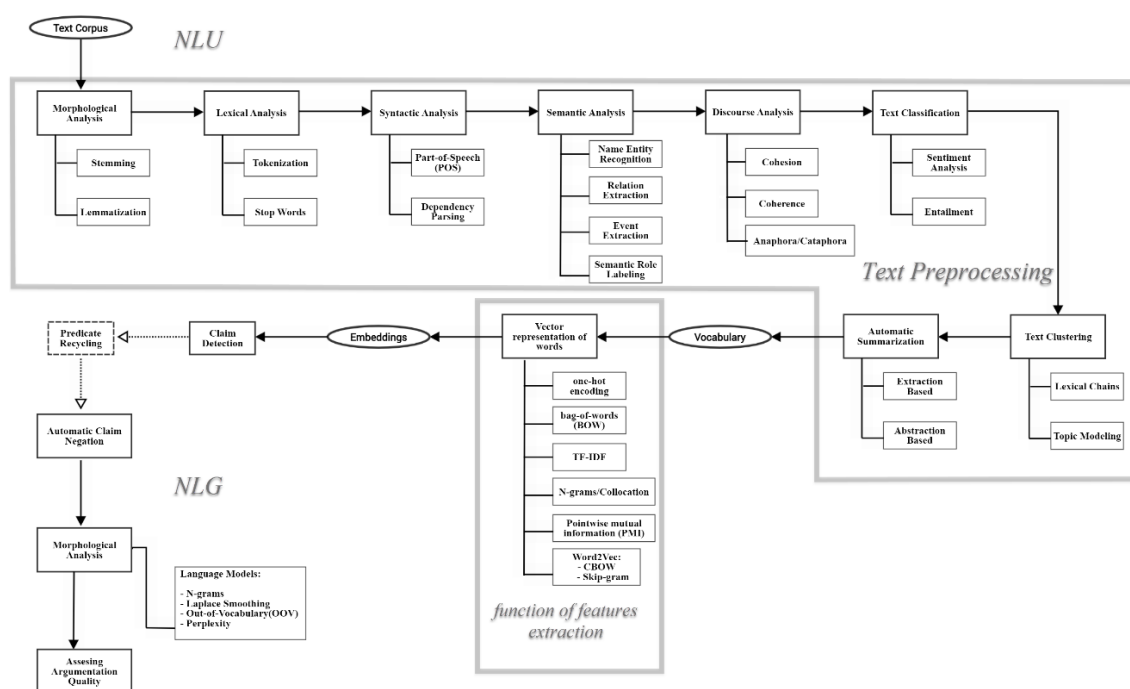


Fig. 4 – Scheme of interacting technologies for neural network training

During preprocessing, the corpus (marked database) goes through several stages of analysis:

1. Morphological analysis. The two most common approaches to solving this problem are stemming and lemmatization.

Often, the word ending is not as important as the root word itself. This is especially true of verbs, where the verb root may hold significantly more meaning than the verb tense. If this is the case, computational linguistics applies the process of word stemming to convert words to their root form (Fig. 5).

Lemmatization is closely related to stemming in that it is an algorithmic process that removes inflection and suffixes to convert words into their lemma. Lemmatization results are very similar to those of stemming, except that the results are actual words. Whereas stemming is a process where meaning and context can be lost, lemmatization does a much better job (Fig. 5).

*works* → *work*                      *works* → *works*  
*worked* → *work*                      *worked* → *work*  
*workers* → *work*                      *workers* → *worker*

Fig. 5 – Examples of stemming and lemmatization

2. Lexical analysis. Tokenization and removal of stop words are used for analysis.

Tokenization is segmenting text into relevant words or units of meaning. Tokens may be words, numbers, or punctuation marks. In simplest form, tokenization can be achieved by splitting text using whitespace, as on the example (Fig. 6). Tokenization serves also to segment sentences by delineating the end of one sentence and beginning of another.

In the written English language, common functional words like “the,” “a,” or “is” provide little to no context, yet are often the most frequently occurring words in text. By excluding these words in natural language processing, performance can be significantly improved.

*The rain in Spain falls mainly on the plain.*  
 |*The*|, |*rain*|, |*in*|, |*Spain*|, |*falls*|, |*mainly*|, |*on*|, |*the*|, |*plain*|, |.|

Fig. 6 – Examples of tokenization

3. Parsing. Computational linguistics uses a variety of approaches to extract these contextual cues, such as part-of-speech tags, partitioning, and parsing.

A part-of-speech (POS) is a class of words with grammatical properties that play similar sentence syntax roles. There are 9 basic part-of-speech classes (Fig. 7). It can be difficult to identify which category the word belongs. Part-of-speech tagging is the process of predicting the part-of-speech category for each word in the text based on its grammatical role and context within a sentence.

|     |              |                 |
|-----|--------------|-----------------|
| N   | Noun         | Dog, cat        |
| V   | Verb         | Run, hide       |
| A   | Article      | The, an         |
| ADJ | Adjective    | Green, short    |
| ADV | Adverb       | Quickly, likely |
| P   | Preposition  | By, for         |
| CON | Conjunction  | And, but        |
| PRO | Pronoun      | You, me         |
| INT | Interjection | Wow, lol        |

Fig. 7 – Basic part-of-speech classes

Parsing is the natural language processing task of identifying the syntactic relationship of words within a sentence, given the grammar rules of a language. The way is to link individual words together based on their dependency relationship. Dependency is a one-to-one correspondence, which means that there is exactly one node for every word in the sentence.

4. Semantic analysis. Semantic analysis is interested in understanding the meaning, first of all, in terms of the relationship between words and sentences, using technologies such as recognition of named entities, recognition of relationships and events, analysis of semantic roles.

Named entity recognition (NER) is a task in natural language processing that seeks to identify and label words or phrases in text that refer to a person, location, organization, date, time, or quantity (Fig. 8).

Semantic role labeling (SRL), also known as thematic role labeling or shallow semantic parsing, is the process of assigning labels to words and phrases that indicate their semantic role in the sentence. A semantic role is an abstract linguistic construct that refers to the role that a subject or object takes on with respect to a verb. These roles include: agent, experiencer, theme, patient, instrument, recipient, source, beneficiary, manner, goal, or result. Semantic role labeling can provide valuable context, whereas syntactic parsing can only provide grammatical structure.

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| Person       | George Washington |
| Location     | Washington State  |
| Organization | General Motors    |
| Date         | Fourth of July    |
| Time         | Half past noon    |
| Quantity     | Four score        |

Fig. 8 – Named entity recognition example

5. Discourse analysis and classification and clustering of the text, which are carried out through the analysis of tonality, lexical chains and thematic modeling.

Discourse analysis is the study of the structure, relations, and meaning in units of text that are longer than a single sentence. Cohesion is a measure of the structure and dependencies of sentences within discourse. It is defined as the presence of information elsewhere in the text that supports presuppositions within the text. That is, cohesion provides continuity in word and sentence structure.

Coherence refers to the existence of semantic meaning to tie phrases and sentences together within text. It can be defined as continuity in meaning and context, and usually requires inference and real-world knowledge. Coherence is often based on conceptual relationships implicitly shared by both the sender and receiver that are used to construct a mental representation of the discourse. An example of coherence can be seen in the following example which presumes knowledge that a bucket holds water.

Anaphora refers to the relation between two words or phrases where the interpretation of one, called an anaphor, is determined by the interpretation of a word that came before, called an antecedent. Cataphora is where the interpretation of a word is determined by another word that came after in the text. Both are important characteristics of cohesion in discourse.

Since we must supply a vector to the input of the neural network, we need to convert each word in the dictionary into a vector form. To do this, you can use the following technologies. CBOW (Continuous Bag-of-Words) – architecture is based on a projection layer that is trained to predict a target word given a context window of words to the left and right side of the target word. Skip-gram – architecture is based on a projection layer that is trained to predict words around the target word.

The next stage of the processing is Claim Synthesis, which uses the following technologies. Claim Detection is an information extraction task, whose goal is to identify those sentences in a document that contain the conclusive part of an argument. Automatic Claim Negation – from the main predicate, after its detection, the predicate-negation is formed.

Then everything comes in a set – (claim, claim-negation). Now in the newly created text, simple predicates are selected and a match with the old simple predicates (claim or claim-negation) is sought. Links to confirmation or denial are also generated during this step.

The last stage of processing is assessing of arguments' quality. To assess the quality of the arguments generated by the machine is used modeling the quality of each individual argument as a real value in the range of [0, 1], by calculating the fraction of «yes» answers.

To ensure the annotators will carefully read each argument, the labeling of each argument started with a test question about the stance of the argument towards the concept (pros or cons).

## CONCLUSION

Neural networks provide an efficient learning engine that is extremely attractive for use in natural language processing tasks. The main component of a linguistic neural network is the immersion layer, that is, the mapping of discrete symbols to continuous vectors in a relatively small space. Immersion transforms words from isolated discrete symbols into mathematical objects that can be manipulated in various ways. In particular, if for the measure of the distance between words to take the distance between vectors, it will be easier to generalize the influence of one word on another. The network finds such a representation of words by vectors in the learning process. As it climbs up the hierarchy, the network also learns to combine word vectors in ways useful for prediction. This feature compensates to some extent for the discreteness and sparseness of the data.

In the course of this work the researching of technologies, which are used to neural networks' unsupervised learning, features and methods of training neural networks to solve the problems of natural language processing has been conducted.

The suggested scheme of interacting technologies allows to understand the principles of neural network training for natural language processing, using the example of solving two basic problems of natural language processing (NLP) – text analysis (Natural Language Understanding, NLU) and text generation (Natural Language Generation, NLG), even for people who do not specialize in working with neural networks, and demonstrates the main technologies for its implementation.

## REFERENCES

1. Basic concepts of neural networks. R. Callan, 2001 – 287 p.
2. Recurrent neural networks [Electronic resource]:  
<https://habr.com/ru/company/wunderfund/blog/331310/> (Date of application 25.01.2021).
3. Neural network methods in natural language processing. J. Goldberg, 2019 – 282 p.
4. Deep Learning for NLP and Speech Recognition. U. Kamath, J. Liu, J. Whitaker, 2019 – 637 p.
5. Natural Language Processing in Action. H. Lane, C. Howard, H. M. Hapke, 2020 – 576 p.

## ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФИНАНСОВО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ГРУПП В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА.

**И. Арсени**

Доктор права, преподаватель, Комратского государственного университета,

Старший научный сотрудник ИЮПСИ (cod/nr. 20.80009.1606.05)

Значимость для общества и государства таких объединений как финансово-промышленная группа обуславливают интерес ученых-экономистов и юристов в проведении исследований в области становления и развития такого сложного и многоаспектного правового явления как финансово-промышленные группы. В настоящее время в Республике Молдова законодательство в области создания и деятельности финансово-промышленных групп и практика реализации данного законодательства только формируется и небольшой объем нормативно-правовых актов в этой области зачастую влечет пробелы в правовом регулировании статуса ФПГ. Это также является причиной исследования данной тематики.

**Ключевые слова:** финансово-промышленные группы, предпринимательские объединения, правовой статус.

The importance for society and the state of such associations as a financial and industrial group determines the interest of economists and lawyers in conducting research in the formation and development of such a complex and multifaceted legal phenomenon as financial and industrial groups. Currently, in the Republic of Moldova, legislation in the field of the creation and operation of financial and industrial groups and the practice of implementing this legislation are only being formed and a small amount of normative legal acts in this area often entails gaps in the legal regulation of the status of FIGs. This is also the reason for researching this topic.

**Key words:** financial and industrial groups, business associations, legal status.

*Финансово-промышленные группы (далее – ФПГ)* являются формой организационного объединения юридических лиц в целях технологической и экономической интеграции для реализации инвестиционных проектов, направленных на повышение конкурентоспособности, расширение рынка сбыта товаров и услуг, повышение эффективности производства, создание новых рабочих мест. Как и холдинги, финансово-промышленные группы не являются самостоятельной организационно-правовой формой юридических лиц, предусмотренных ГК РМ<sup>1</sup>. ФПГ обладают отдельными элементами правосубъектности, например, в правоотношениях, регулируемых антимонопольным и налоговым законодательством, законодательством о бухгалтерском учете.<sup>2</sup>

Исследуя особенности ФПГ как объединения в сфере предпринимательства, важно отметить два существенных момента.<sup>3</sup>

Во-первых, особенности управления и организации совместной деятельности участников группы зависят от способа организации ФПГ. Полномочия органов управления ФПГ по договорному типу не распространяются на всю коммерческую деятельность входящих в ее состав участников. Управляющее воздействие органов ФПГ касается только общей деятельности участников в

<sup>1</sup> Гражданский кодекс Республики Молдова № 1107-XV от 06.06.2002 // Monitorul Oficial al Republicii Moldova № 82-86/661 от 26.06.2002.

<sup>2</sup> Каленик А. Коммерческое (предпринимательское) право. Учебник. – Кишинэу, 2016, с.180

<sup>3</sup> Войтенко А.И. Состояние и перспективы официальных финансово-промышленных групп в России//Российский экономический журнал. 1999. № 11-12, с.24

составе группы. Эта общая деятельность ограничена целями создания ФПГ и объединенными для достижения этих целей активами. Таким образом, участие в ФПГ влечет для ее участника не полную, а лишь частичную потерю хозяйственной самостоятельности в пределах объединенного капитала, необходимого для достижения общих целей участников группы. В ФПГ по холдинговому типу основное общество, являясь центральной компанией, осуществляет руководство другими участниками группы через владение пакетами акций (долями участия) в их уставных капиталах или иными способами, характерными для холдинговой модели организации управления.

Во-вторых, участники ФПГ несут солидарную ответственность по обязательствам центральной компании, возникшим в результате участия в деятельности ФПГ. Особенности привлечения к солидарной ответственности устанавливаются договором о создании ФПГ.

Проблемой правового регулирования финансово-промышленных групп, является то, что ФПГ, созданная по холдинговой модели, где полномочия центральной компании выполняет основное общество, является не чем иным, как холдингом, в состав участников которого входят банки, кредитные, страховые организации, иные инвестиционные институты. Все отношения внутри ФПГ такого вида должны подчиняться правилам взаимоотношений основного и дочерних хозяйственных обществ. Эти отношения практически не регламентируются, поскольку его содержание направлено в основном на регулирование создания и деятельности финансово-промышленных групп другого вида - основанных на договоре о создании ФПГ (простого товарищества) и учреждении центральной компании, которой делегируются полномочия по ведению дел группы. Только эту разновидность финансово-промышленной группы и следует рассматривать наряду с холдингами как самостоятельную форму.

Несмотря на определенные результаты, достигнутые финансово - промышленными группами, и проведенную соответствующую законодательную работу, их становление сталкивается с серьезными проблемами и трудностями. Среди существующих проблем становления и функционирования ФПГ можно выделить: общеэкономические, законодательные, организационные, финансовые.

Трудности общеэкономического характера очевидны. Они касаются сложного финансово - экономического состояния большинства производителей, падения инвестиционной активности, отсутствия государственной поддержки, негибкости налоговой политики.

Скорейшего законодательного решения требуют многие юридические вопросы.

Необходима четкая регламентация правовой сущности ФПГ. Главная роль при образовании группы возлагается на договор о ее создании, юридический статус которого неясен. Некоторые специалисты подводят этот договор под договор простого товарищества, точно определенный во Гражданском кодексе. Поэтому договору совокупность лиц обязуется соединить свои вклады и совместно действовать без образования юридического лица для извлечения прибыли и/или иной законной цели. А в законе о ФПГ договорные отношения четко увязываются с образованием нового юридического лица (центральной компании).

Нуждается в уточнении и процедура подготовки документов на регистрацию ФПГ: выходить ли участникам группы на подписание договора с уже зарегистрированной центральной компанией или сначала подписать договор, а потом создавать центральную компанию в рамках реализации договора.

Закон РМ «О финансово-промышленных группах» № 1418-XIV от 14 декабря 2000 года (далее - *Закон о ФПГ*)<sup>4</sup> предписывает заключение договора о создании ФПГ во о всех случаях, кроме образования группы по холдинговому принципу.

Недостаточно решен вопрос о механизме принятия управленческих решений в ФПГ. Функции управления ФПГ выполняют Совет управляющих и созданная для текущего управления деятельностью о ФПГ центральная компания. Способы принятия решения каждым о из этих

<sup>4</sup>Закон РМ «О финансово-промышленных группах» № 1418-XIV от 14 декабря 2000// Monitorul Oficial al Republicii Moldova №27-28 от 6.03.2001.

органов различны. В случае, если центральная компания создается в форме акционерного общества, следовательно, подчинена действию закона «Об акционерных обществах», решения принимаются Общим собранием акционеров центральной компании. В Совете управляющих решения принимаются по принципу: один член Совета - один голос, она Общем собрании центральной компании - голосование идет пакетами обыкновенных акций.

Что касается правовой базы государственной поддержки, то набор стимулов создания и деятельности ФПГ представлен пока главным образом на бумаге и мало связан с существующими особенностями механизма управления единой корпоративной деятельностью.

Проблемы организационного характера вызваны, в первую очередь, неразработанностью организационных структур управления ФПГ; отсутствием нормативно установленных полномочий центральной компании; высокой долей издержек, связанных с внутренним оборотом группы.

Среди финансовых трудностей функционирования ФПГ следует, прежде всего, назвать низкий потенциал коммерческих банков, оцененный по их собственному капиталу, что не дает им возможность инвестировать во промышленность значительные суммы. Даже при благоприятных для развития этого процесса экономической и политической ситуациях, банки не смогут удовлетворить инвестиционную потребность производства более, чем на 10%. Отсюда необходимость привлечения иностранных инвестиций, что не может быть сделано без государственных гарантий.

Для успешного развития созданных и возникновения новых работоспособных ФПГ необходимы совместные усилия законодательной и исполнительной власти, заинтересованных научных центров и специалистов о корпорации по решению вышеперечисленных проблем.

Анализируя деятельность ФПГ, можно выделить основные проблемы - общеэкономического, законодательного (правового), организационно-структурного и концептуального характера - присущие всем без исключения группам, и оказывающие непосредственное влияние на процесс их становления и функционирования.

*Проблемы общеэкономического характера* непосредственно связаны с производственным, инвестиционным и финансовым кризисом в стране.

Центральной проблемой как для экономики в целом, так для большинства финансово-промышленных групп в частности, остается несоответствие реальных инвестиций тому их уровню, который обеспечивал бы масштабную модернизацию экономики. В свою очередь, данная проблема распадается на три составляющие: слабость банковского сектора, неразвитость фондового рынка, истощение амортизационного потенциала производственных предприятий.

*Проблемы концептуального характера* в наиболее яркой форме проявляются в полном отсутствии ясно сформулированной стратегии государства по отношению к процессу развития ФПГ, отсутствию реальной государственной поддержки групп на фоне общеэкономического кризиса. Это в корне противоречит как здравому смыслу, так и имеющемуся международному опыту. В большинстве стран мира возникновение развитие высоко интегрированных ФПГ носит многоплановый характер, проходит при непосредственном участии и активной поддержке со стороны государства. Без этого данный процесс просто немыслим. У нас же, все идет, наоборот. Из значительного перечня принятых законодательных актов, направленных на становление и совершенствование деятельности ФПГ, исполнительная власть не выполняет практически ни одного.

Сложности, возникающие на стадии официальной регистрации, тоже не способствуют созданию ФПГ. Так, для регистрации группы необходимо иметь неординарный экономический проект (организационный план). В нем нужно обосновать целесообразность создания и функционирования ФПГ, показать зримую финансовую отдачу и доказать, что деятельность группы принесет большую пользу народному хозяйству. Идеальный организационный план вовсе не означает скорого признания со стороны регистрирующего органа.

*Проблемы законодательного (правового) характера.* Несмотря на то, что к настоящему времени в Республике Молдова сложилась уже достаточно развитая правовая база, регламентирующая вопросы создания и работы ФПГ, вместе с тем она носит ограниченный характер. В лучшем случае представляется обособленной без достаточного корреспондирования с другими законодательными актами (или без ссылок других законодательных актов на нее). В худшем случае, законодательная база по ФПГ противоречит другим нормативно-правовым актам. Говоря более точно, отсутствует согласованность между "специальным" законодательством о ФПГ и общим законодательством о предприятиях и предпринимательской деятельности.

Вызывает некоторое определенное возражение целесообразность включения в Закон о ФПГ ряда статей, а также неточность формулировок. Отдельные нормы и положения Закона о ФПГ не соответствуют сложившимся за последние годы нормам, правилам и практике корпоративного, налогового, бюджетного и банковского регулирования.

Во-первых. Рекомендуемое Законом о ФПГ возложение функции центральной компании ФПГ на инвестиционный институт может иметь неоднозначные последствия.

Во-вторых. В Законе о ФПГ предусматривается организационно-правовая форма Центральной компании "...допускается создание Центральной компании финансово-промышленной группы в форме хозяйственного общества, а также ассоциации, союза". Однако создание центральной компании в организационно-правовой форме ассоциации достаточно проблематично, поскольку, по сути, это означает невозможность непосредственного осуществления ею предпринимательской деятельности.

В целом приходится признать, что правовое регулирование организационных форм и статуса центральной компании в Законе о ФПГ оставляет желать лучшего и, следовательно, соответствующие положения должны быть надлежащим образом прописаны в договоре о создании ФПГ и уставе центральной компании.

В-третьих. Действующее законодательство не позволяет банку быть участником сразу нескольких ФПГ.

В-четвертых. В соответствии с Законом о ФПГ, участники финансово-промышленной группы несут солидарную ответственность по обязательствам Центральной компании финансово-промышленной группы, возникшим в результате участия в деятельности финансово-промышленной группы. Особенности исполнения солидарной обязанности устанавливаются договором о создании финансово-промышленной группы.

Приведенное положение встречает обоснованную критику специалистов, в силу своего экономического контроля над дочерними может оказывать на них подавляющее влияние, в том числе и по вопросу общей деятельности участников в составе ФПГ, и привлекать в этом случае дочерние общества к ответственности по обязательствам основного, неправомерно и даже нелогично. Ведь при обращении взыскания по общим обязательствам участников ФПГ на имущество основного общества, выступающего в роли центральной компании, предполагается, прежде всего, обращение взыскания на ликвидные акции дочерних хозяйственных обществ и привлекать их к солидарной ответственности в этом случае вряд ли необходимо.

В-пятых. ФПГ холдингового типа, где полномочия центральной компании выполняет основное общество, является не чем иным, как холдинговой компанией, в состав участников которой входят банки, кредитные организации, иные инвестиционные институты. Все отношения внутри ФПГ такого вида должны подчиняться правилам взаимоотношений основного и дочерних хозяйственных обществ.

В-шестых. При ликвидации ФПГ остается нерешенным вопрос о дальнейшей судьбе центральной компании: подлежит ли она ликвидации или может продолжать свою деятельность, но уже исключив из своего наименования указание на функцию центральной компании ФПГ. Представляется целесообразным второй вариант, поскольку деятельность центральной компании по ведению дел участников ФПГ не является исключительной, и прекращение этой деятельности не должно повлечь за собой ликвидацию организации, правомерно осуществляющей другие виды деятельности.



В целях совершенствования нормативно-правовой базы создания и деятельности ФПГ необходимо сконцентрировать внимание на дальнейшей работе по подготовке закона "О внесении изменений и дополнений в Закон РМ "О финансово-промышленных группах".

*Проблемы организационно-структурного характера*, в первую очередь определяются:

- слабостью имущественных (капитальных) связей между участниками группы;
- неадекватностью организационной структуры ФПГ структуре собственности;
- отсутствием у Центральной компании реальных рычагов влияния на предприятия-участников;
- отсутствием реального финансирования вследствие слабости внутреннего финансового института или его незаинтересованности в реальной деятельности группы;
- отсутствием единой стратегии развития группы (что достаточно часто предопределяется слабым менеджментом).

Слабость или отсутствие имущественных связей между участниками ФПГ может привести к распаду ФПГ как организационной структуры. Участники группы остаются реально независимыми партнерами, а таким объединениям присущи явные центробежные тенденции, т.е. отдельные организации группы, начинают работать, ориентируясь, в основном, на свои собственные интересы, зачастую пренебрегая общими интересами ФПГ.

Наряду с проблемой слабости имущественных (капитальных) связей существует более значимая проблема - неадекватность организационной структуры ФПГ структуре собственности и как следствие, несоответствия между юридической структурой группы и структурой принятия решений. Формальные структуры ФПГ совершенно не однозначно отражают структуру принятия решений. В большинстве случаев Центральная компания, даже если она стоит в центре группы, часто настолько слаба, что не играет никакой стратегической роли в деятельности группы, не являясь центром принятия групповых решений. Все решения принимаются за пределами Центральной компании. Это может быть доминирующая промышленная или финансовая компания ФПГ.

Складывающаяся ситуация в процессе создания и развития финансово-промышленных групп в переходной экономике с учетом проблем концептуального, общеэкономического, законодательного и организационно-структурного характера настоятельно требует разработки:

- рекомендаций органам публичной власти по совершенствованию экономической политики, развитию институциональных реформ в кратко- и среднесрочной перспективе;
- обоснования мер государственной поддержки ФПГ по совершенствованию нормативно-правового и организационного обеспечения процесса создания ФПГ;
- рекомендаций финансово-промышленным группам по подготовке организационных проектов, основу которых составляет комплекс мер практического характера, направленный на повышение эффективности интеграции и внутренней кооперативной устойчивости (перекрестное акционирование участников, выстраивание вертикально интегрированной цепочки и трансфертное ценообразование).

#### **Библиография:**

1. Войтенко А.И. Состояние и перспективы официальных финансово-промышленных групп в России//Российский экономический журнал. 1999. № 11-12.
2. Гражданский кодекс Республики Молдова № 1107-XV от 06.06.2002 // Monitorul Oficial al Republicii Moldova № 82-86/661 от 26.06.2002.
3. Закон РМ «О финансово-промышленных группах» № 1418-XIV от 14 декабря 2000// Monitorul Oficial al Republicii Moldova №27-28 от 6.03.2001.
4. Каленик А. Коммерческое (предпринимательское) право. Учебник. – Кишинэу, 2016.

## ERZURUM MECİDİYE TABYASI VE YENİDEN İŞLEVLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ÖNERİ: ERZURUM HARP TARİHİ MÜZESİ

**Elif Özlem AYDIN**

Prof. Dr., Gebze Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

**Elif Sibel KOTAN**

Y. Mimar, Tugayyolu Neşe Sok. No27/1 34846 Maltepe/İSTANBUL

### ÖZET

Erzurum Anadolu'nun önemli kale kentlerindedir. Erzurum ve çevresinde ki Osmanlı Dönemi'ne ait askeri yapılar hakkında, kapsamlı analiz ve yeniden işlevlendirilmelerine yönelik araştırmalar, tarih ve kültür turizminin ön plana çıkmasıyla daha önemli hale gelmiştir. Bu çalışma kapsamında, Erzurum ve çevresindeki Osmanlı dönemine ait askeri yapıların tarihi ve kültürel sürdürülebilirliğine katkı sağlamak amacıyla Erzurum'da bulunan en eski tabya olan Mecidiye Tabyası incelenmiş ve geleceğe Harp Tarihi Müzesi olarak aktarılması konusunda öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Erzurum Mecidiye Tabyası, Kültürel Miras, Yeniden İşlevlendirme, Kültürel ve Tarihsel Turizm.

### ABSTRACT

Erzurum is one of the important castle cities of Anatolia. Comprehensive analysis and adaptive reuse researches about military structures of Ottoman Period in Erzurum and its surroundings have become more important with the emergence of historical and cultural tourism. Within the scope of this study, in order to contribute to the historical and cultural sustainability of the military structures belonging to the Ottoman period around Erzurum, Mecidiye Bastion, which is the oldest bastion in Erzurum, was investigated and reuse suggestions were proposed for transferring it to the future as a War History Museum.

**Keywords:** Erzurum Mecidiye Bastion, Cultural Heritage, Adaptive Reuse, Cultural and Historical Tourism.

### GİRİŞ

Tabya yapıları, surlar ve kalelerden sonra geliştiği düşünülen en son askeri savunma yapı tipi olarak tanımlanabilir. Şehirlerin ileri karakolu vazifesindeki tabyaların amacı düşmanı ileri savunma hattı oluşturarak engellemektir.

Türkiye coğrafyasındaki tabyalar Osmanlı Devleti döneminde doğuda Erzurum ve Kars'ta, batıda Edirne ve Çanakkale'de inşa edilmiştir. Bunun sebebi doğuda Rus ve İran saldırılarına, batıda ise Yunan ve İngiliz saldırılarına karşı koymaktır. Literatür taramalarından, Osmanlı döneminde bu saldırılardan korunmak amaçlı Erzurum'da 42, Kars'ta 46, Edirne'de 25, Çanakkale'de 32, Ardahan'da 8, Samsun'da 2, Sinop'ta 1 adet tabyanın inşa edildiği bilinmektedir[İNCE, 2011][ÜLKÜ, 2007][ACIOĞLU, 2012][GÜNER, 2004][Web 1][SİNOP VALİLİĞİ, 1993][KÜÇÜKÜĞURLU, 2013]. Ancak günümüze bu tabyaların hepsi ulaşamamıştır.

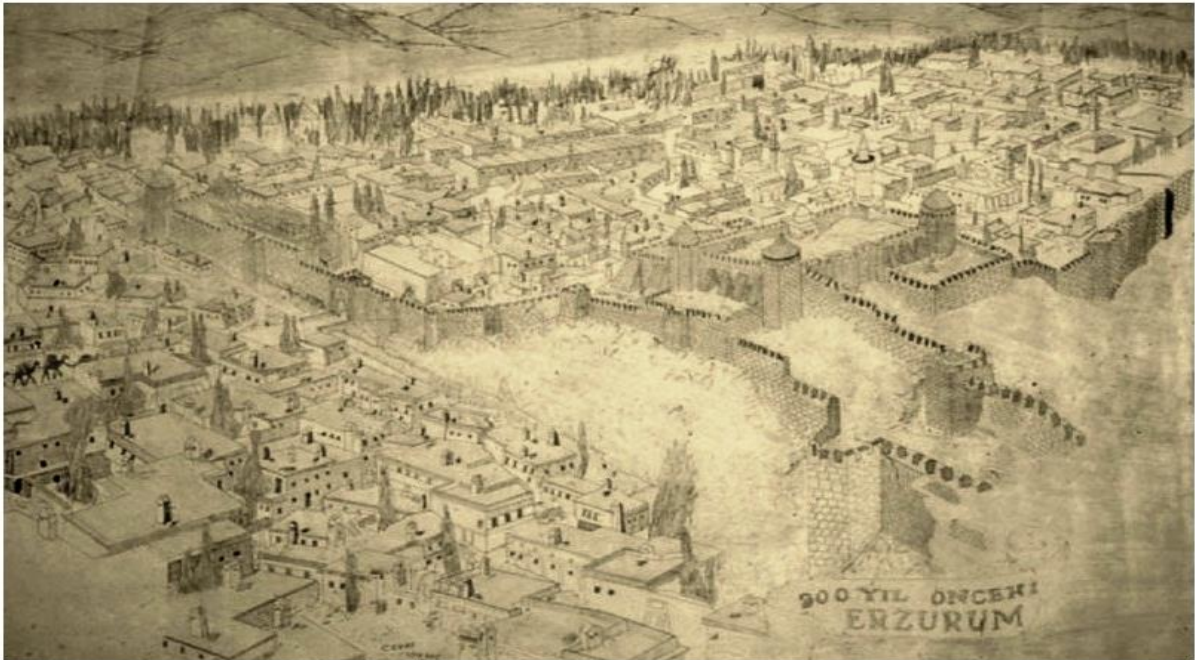
Osmanlı – Rus savaşlarında aktif olarak kullanılan Erzurum Mecidiye Tabyası (1855) Ahmet Muhtar Paşa, Nene Hatun gibi tarihi kişiliklerle ilgili önemli bir askeri savunma yapısıdır. Erzurum'da en eski tabya olması nedeniyle şehrin tarihi yapıları içinde ayrı bir öneme sahiptir. Konum olarak kentin doğu

sınırında, şehir merkezini doğrudan gören Top Dağı'nda inşa edilmiş olan bu savunma yapısı yay planlı tabyaların tipik örneklerindedir. Cumhuriyet döneminde Genel Kurmay Başkanlığı'na bağlı askeri birliklerin kullanımına tahsis edilmiş olan tabya, 2009 yılında Orman ve Su İşleri 13. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Nene Hatun Tarihi Milli Parkı alanına dahil edilmiş ancak yapıya herhangi bir işlev verilmemiştir. Terk ve çevresel etkenlere bağlı olarak fiziksel bozulmaların tespit edildiği tarihi yapının yeniden işlevlendirilmesinin kent tarihi ve kültürüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Günümüzde Hazine Mülkiyeti'nde olan Erzurum Mecidiye Tabyası, Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı (KUDAKA) koordinasyonunda 2012 yılında uygulamaya konulan "İnovasyona Dayalı Bölgesel Turizm Stratejisi ve Eylem Planı"nda tarih ve kültür mirası turizminin geliştirilmesi için oluşturulması planlanan Erzurum kültür ve tarih rotasında yer almaktadır. Mecidiye Tabyası'nın mimari özellikleri ve özgün işlevi göz önüne alındığında "Harp Tarihi Müzesi" olarak yeniden işlevlendirilmesi uygun olacaktır. "Harp Tarihi Müzesi" olarak yeniden işlevlendirilmesi durumunda Nene Hatun Milli Parkı içinde yer alan, Erzurum şehir merkezine çok yakın ve hâkim bir alanda konumlanmış olan yapının bölgeye turizm açısından avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada, bu amaçla hazırlanan Erzurum Mecidiye Tabyası'nın "Harp Tarihi Müzesi" olarak yeniden işlevlendirme projesi tanıtılacaktır. İlgili projenin hayata geçirilmesi konusunda yerel yönetimler, kent halkı ve aydınlarının desteğine ihtiyaç duyulmaktadır.

## ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Araştırma konusu Erzurum Mecidiye Tabyası Anadolu'nun önemli kale kentlerinden Erzurum'da (Şekil 1) yer almaktadır. Erzurum ve çevresinde ki Osmanlı Dönemi'ne ait askeri yapılar hakkında, kapsamlı analiz ve yeniden işlevlendirilmelerine yönelik araştırmalar, tarih ve kültür turizminin ön plana çıkmasıyla daha önemli hale gelmiştir. Bu çalışma kapsamında, Erzurum ve çevresindeki Osmanlı dönemine ait askeri yapıların tarihi ve kültürel sürdürülebilirliğine katkı sağlamak amacıyla Erzurum'da bulunan en eski tabya olan Mecidiye Tabyası incelenmiştir.



Şekil 1. Erzurum Şehir Surları, 18. yy [Alparslan KOTAN Erzurum Arşivi].

### Erzurum Mecidiye Tabyası ve Genel Mimari Özellikleri:

Osmanlı – Rus savaşlarında aktif olarak kullanılan 1855 tarihli Erzurum Mecidiye Tabyası bölgenin önemli bir askeri savunma yapısıdır. Erzurum'un en eski tabyası olması nedeniyle şehrin tarihi yapıları içinde ayrı bir öneme sahiptir. Erzurum'un doğu sınırında, şehir merkezini doğrudan gören Top Dağı'nda inşa edilmiş olan Mecidiye Tabyası, yay planlı tabyaların tipik örneklerindedir (Şekil 2.).



Şekil 2. Mecidiye Tabyası'nın hava fotoğrafı[Web 2, 2019].

Cumhuriyet döneminde Genel Kurmay Başkanlığı'na bağlı askeri birliklerin kullanımına tahsis edilmiş olan tabya, 1977 yılında Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu kararı ile korunması gerekli kültürel miras olarak tescil edilmiştir. 2009 yılında Orman ve Su İşleri 13. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Nene Hatun Tarihi Milli Parkı alanına (Şekil 3) dahil edilmiştir.



Şekil 3. Nene Hatun Milli Parkı[KUDAKA İDBTSEP Raporu, 2012].

### Konumu ve Tarihçesi :

Mecidiye Tabyası, Erzurum şehrinin doğusunda bulunan Topdağı (2042 m)'nin kuzey ucunda şehre doğrudan hakim bir alanda inşa edilmiştir (Şekil 4). Tabya, Erzurum şehrini doğudaki Yanıkdere ile kuzeydeki Gürcü Boğazı'ndan gelebilecek düşman tehlikelerine karşı korumak amacıyla yapılmıştır [ÇAM, 1993].

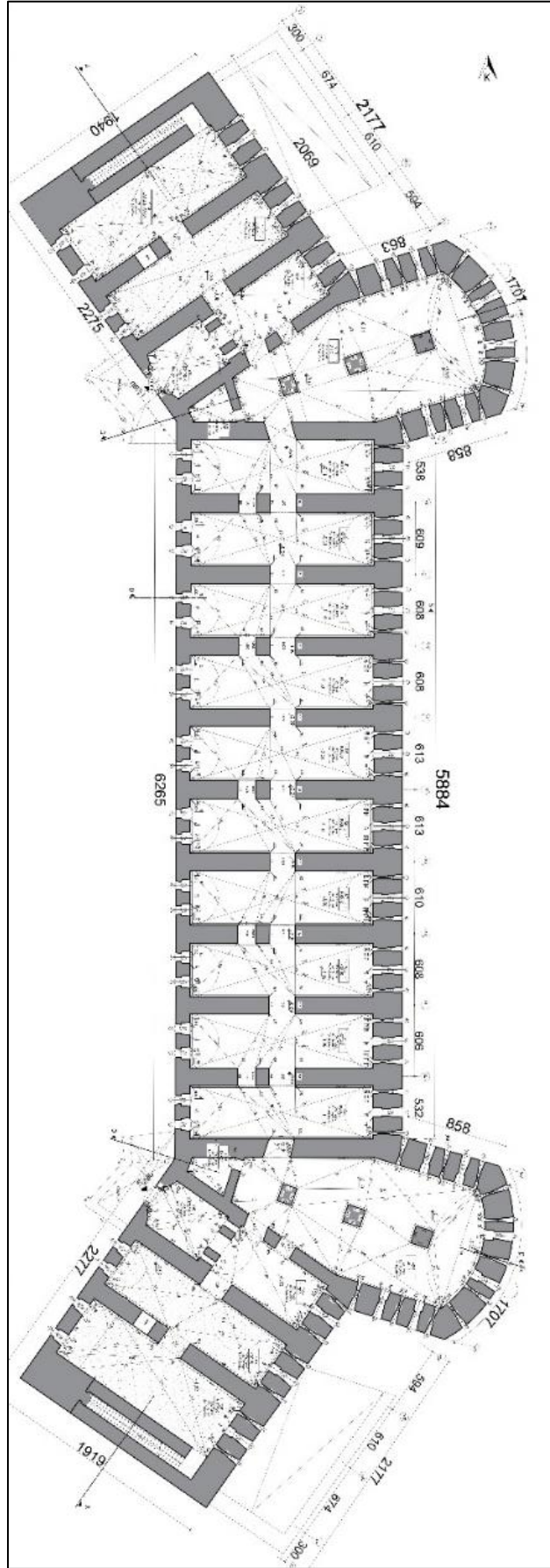
Mecidiye Tabyası, 1852-1855 yılları arasında Sultan Abdülmecid 'in emriyle, aynı dönemde Erzurum' a atanan Zarif Mustafa Paşa nezaretinde yapılmıştır. Mecidiye Tabyası ve aynı dönemde yapılan pek çok tabyanın projelendirmesi ve inşası ise Vasıf Paşa ve İngiliz General Williams tarafından yapılmıştır[KARAL,1940].



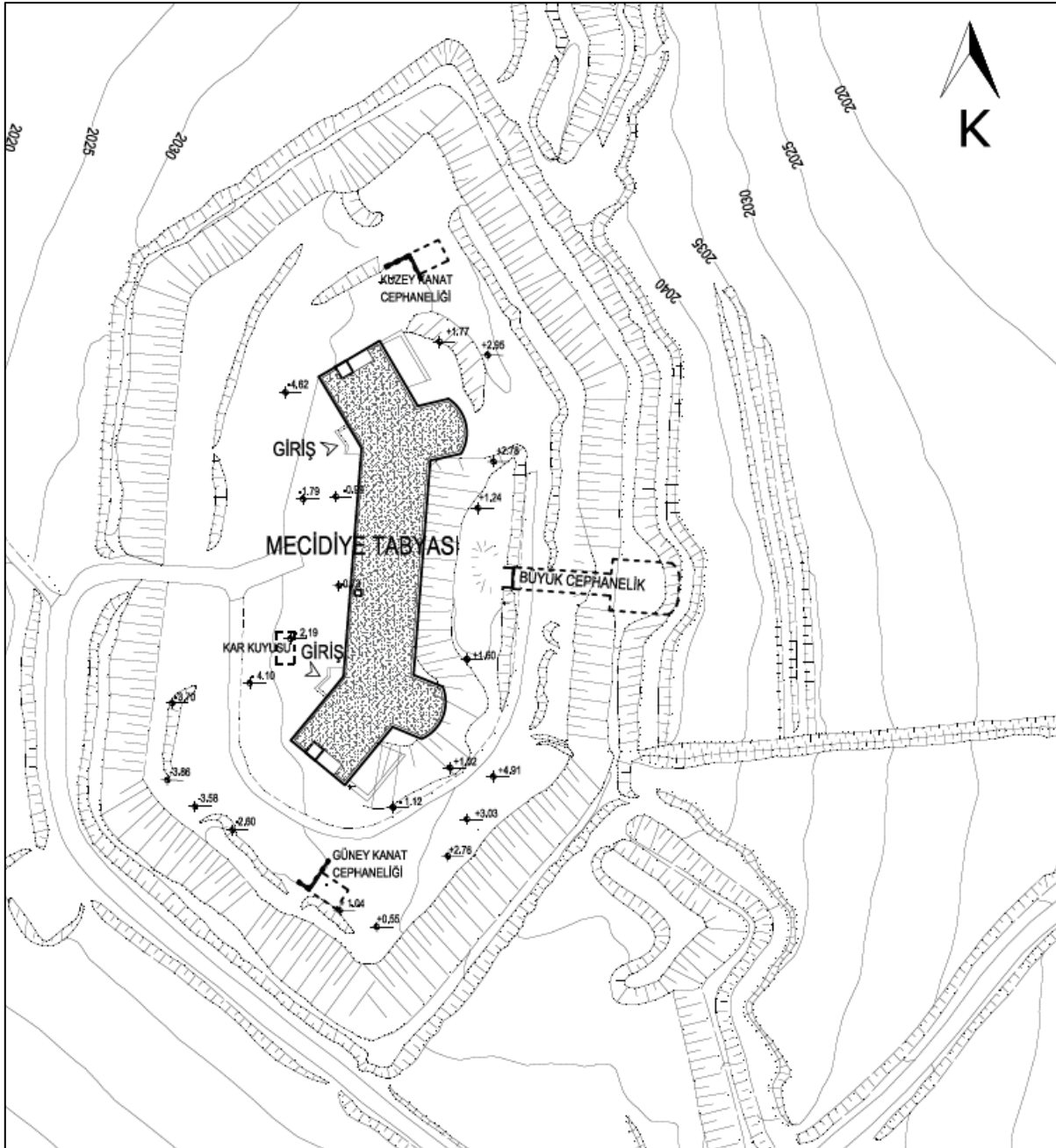
Şekil 4. Mecidiye Tabyası ve Erzurum'un hava fotoğrafı[Web 3, 2019].

### Genel Mimari Özellikleri :

Yapı, Top Dağına kuzey-güney doğrultusunda uzanır, Doğu cephesinden gelebilecek saldırılardan korunmak amacıyla, doğal zemin kotunun altında inşa edilmiştir. Mecidiye Tabyası, koğuşlar ve servis mekanlarından oluşan ana bina (Şekil 5), büyük cephanelik, kanat cephanelikleri, kar kuyusu ve sarnıçtan meydana gelmiştir(Şekil 6).



Şekil 5. Mecidiye Tabyası Planı[KOTAN, 2019].



Şekil 6. Mecidiye Tabyası Genel Vaziyet Planı [KOTAN, 2019].

Yay planlı ana yapı, tek orta bölüm ve 2 kanat bölümünden oluşmaktadır. Kanat kısımları ahşap döşeme ile ayrılmış 2 kat şeklinde planlanmıştır. Kanat bölümlerinde mutfak, hela, çamaşırhane gibi servis mekanları konumlandırılmıştır. Orta kısım yan yana koğuş odalarından oluşmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Mecidiye Tabyası koğuş koridoru[KOTAN, 2019].

Kanat ve orta kısımların birleştiği alanlarda çokgen planlı ve fil ayaklı ahırlar bulunmaktadır. Yapının doğu cephesi ve çatısı toprakla örtülüdür ve çatıda yapının iki ucunda 1'er adet top kulesi inşa edilmiştir.

Erzurum Mecidiye Tabyası, biçimsel olarak batısında bir avluyu sınırlar. Avluya bakan cephede koğuşlara açılan kemerli pencereler bulunmaktadır. Mecidiye Tabyası küfeki taşından yığma tekniğiyle inşa edilmiştir, mekanlar tonozlarla örtülüdür(Şekil 8).



Şekil 8. Mecidiye Tabyası'nın avludan görünüşü[KOTAN, 2019].



Büyük cephanelik, Kanat cephanelikleri, kar kuyusu ve sarnıcın dışarıdan sadece girişleri görülmektedir ve tonozlarla örtülü bu yapılar güvenlik nedeniyle toprak altında kalacak şekilde inşa edilmiştir(Şekil 9).



Şekil 9. Kanat Cephaneliği[KOTAN, 2019].

Günümüzde henüz bir restorasyon müdahalesi görmeyen tarihi yapıda terk ve çevresel etkenlere bağlı olarak fiziksel bozulmalar tespit edilmiştir. Mecidiye Tabyası'nın yeniden işlevlendirilmesinin kent tarihi ve kültürüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### **Mecidiye Tabyası'nın Yeniden İşlevlendirilmesine Yönelik Öneriler:**

2014 yılında Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı (KUDAKA) tarafından hazırlanan Erzurum'da Harp Tarihi Müzesinin Kurulmasına Yönelik Değerlendirme Raporu'na göre Dünyanın birçok yerinde; yaşanmış savaşların belgelerle, film ve fotoğrafların oluşturduğu koleksiyonlarla tanıtıldığı savaş müzeleri bulunmaktadır. 100 yıldan uzun bir süre savaşlara ve işgallere tanık olan Erzurum, Rus ordusunun Anadolu içlerine ilerlemesini engelleyen bir kale olarak Türk harp tarihinde önemli bir yere sahiptir.

Erzurum kent hafızasında derin izler bırakan Osmanlı – Rus savaşları ve Rus işgalleri döneminin gelecek kuşaklara doğru biçimde aktarılması; bölgeye turist çekmesi ve mevcut turist sirkülasyonunu artırması amacıyla 1893 harbinin en şiddetli çatışmalarının gerçekleştiği Nene Hatun Tarihi Milli Parkı sınırları içerisinde harp tarihi temalı bir müzenin kurulması, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi İnovasyona Dayalı Turizm Stratejisi ve Eylem Planı (İDBTSEP) ve 28 Kasım 2012 tarihinde yapılan “Nene Hatun Tarihi Milli Parkı Tabyalarının İşlevselleştirilmesi Ortak Akıl Çalıştayı” nda önemle vurgulanmıştır. Kent tarihinde, önemli bir döneme ait eserlerin korunması, toplanması, sergilenmesi ve gelecek nesillere aktarılmasında eğitici bir rol üstlenecek bu müze Erzurum şehri için önemli bir turizm ürünü işlevi üstlenecektir.

Venedik Tüzüğü'nün 5. Maddesine göre “Anıtların korunması her zaman onları herhangi bir yararlı toplumsal amaç için kullanmakla kolaylaşabilir.”. Zamanla özgün işlevini yitirmiş anıtsal yapıların farklı amaçlarla kullanılması, yapının kent hayatına katılmasını sağlamaktadır [AHUNBAY, 2009].

Günümüzde Hazine Mülkiyeti'nde bulunan Erzurum Mecidiye Tabyası, Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı (KUDAKA) koordinasyonunda 2012 yılında uygulamaya konulan "İnovasyona Dayalı Bölgesel Turizm Stratejisi ve Eylem Planı'nda tarih ve kültür mirası turizminin geliştirilmesi için oluşturulması planlanan Erzurum kültür ve tarih yolu projesi rotasında yer almaktadır(Şekil 10).



Şekil 10. Erzurum Kültür ve Tarih Yolu Projesi 1. Etabı[Web 4]

Mecidiye Tabyası'nın konumu, mimari özellikleri ve özgün işlevi göz önüne alındığında "Harp Tarihi Müzesi" olarak yeniden işlevlendirilmesi tarihi yapının mevcut potansiyeli açısından en uygun işlevdir(Şekil 11)(Şekil 12).



Şekil 11. Mecidiye Tabyası' nın Erzurum' dan görünüşü [KOTAN, 2019].



Şekil 12. Erzurum Harp Tarihi Müzesi Planı[KOTAN, 2019].

## SONUÇ

Osmanlı askeri mimarisi içerisinde önemli bir yeri bulunan Erzurum tabyalarının; tarihi, askeri, mimari ve yapısal özellikleri gibi sahip oldukları üstün değerler ölçüsünde korunup, geleceğe aktarılması, ülkemiz tarihi ve kültürel varlıklarının koruma-değerlendirme çalışmaları içinde çok önemli bir yer tutmaktadır.

Tarihi yapıların birçoğunda görüldüğü gibi, savunma yapılarında da işlevini kaybetme ve terkedilme gibi sorunlar, yapıların yok olma sürecini hızlandırmaktadır. 21. yy.'da işlevsiz hale gelen tabya yapılarının korunması sürecinde, öncelikle doğru ve yeterli belgeleme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Yapılacak müdahalelerin tespiti için belgeleme çalışmalarının önemi büyüktür. Söz konusu yapılara, yoğun kullanıma maruz bırakılmayacak, büyüklüğü ve tarihsel değerine uygun yeni işlevler verilmesi, savunma yapılarının sürdürülebilirliği bakımından uygun olacaktır.

Erzurum Mecidiye Tabyası tarihi önemi ve mimari konumu incelendiğinde;

- 19. yy.'da yapılmış ve özgünlüğünü günümüze dek korumuş olması,
- Tabya mimarisinin Erzurum'da inşa edilmiş ilk örneği olması,
- Rus saldırılarına karşı şehrin savunulmasında askeri dış karakol olarak kullanılmış olması,
- Şehir merkezinden doğrudan görünüyor olması

yapının tarihsel değerinin yanında anıtsal değerini de ön plana çıkarmaktadır.

Yeni işlev önerisi geliştirilirken, benzer işlevli yapılar incelenmiştir. Yeni işlevin yapının özgün işlevine uyumu ve bölge halkının yerel faaliyetlere etkisi değerlendirilmiştir. Bu amaçla 2019 yılında Gebze Teknik Üniversitesi'nde tamamlanan tez çalışması kapsamında, KUDAKA tarafından oluşturulması planlanan Erzurum Tarih ve Kültür Rotası'nda bulunan Mecidiye Tabyası'nın yeniden işlevlendirme sürecine ışık tutması amacıyla, araştırma, belgeleme, analiz ve projelendirme çalışmaları yürütülmüştür[KUDAKA, 2012].

Yeni işlev önerisinde ana tabya yapısının Harp Tarihi Müzesi binası, Büyük Cephanelik yapısının konservasyon atölyesi, kanat cephaneliklerinin depo ve kar kuyusunun ise Harp Hatırası Satış Birimi olarak kullanılması önerilmiştir. Modern müzecilik anlayışıyla, teknolojik imkanlardan yararlanılarak, ışıklı, sesli ve görsel efekt ve simülasyonlarla desteklenmesi, ana yapı içinde harp filmleri gösterimleri düzenlenmesi düşünülmüştür. Tabyanın çevresi ile birlikte ele alınıp, avlusunda anma törenlerinin de yapılması önerilmiştir. Ayrıca tez çalışması kapsamında geliştirilen yeni işlev projesinde, ana tabya yapısı çatısı seyir terası olarak düzenlenmiştir.

2011 yılında 17. ICOMOS Genel Kurulu'nda da bildirildiği üzere[Web 5] tarihi kentlerdeki anıtsal yapılara yeni işlev verilirken kültür mirasını kentsel yaşamın parçası olarak ele almak gerekmektedir. Osmanlı-Rus Savaşı'yla ilgili nesilden nesile aktarılan anı ve olayların, muharebelerde mücadeleye önder olmuş şahsiyetlerin hafızalarda yer etmesi ve her yıl anma törenlerinde Erzurum halkının tabyalara yürümesi, savaşın kültürel ve toplumsal bir olay haline geldiğini göstermektedir. Kentin harp tarihine bu denli sahip çıkması, Mecidiye Tabyası'nın yeni işlevinin de bölge halkı tarafından kolaylıkla özümseneceğini göstermektedir.

Serhat şehir Erzurum'un bir Harp Tarihi Müzesi'nin olması ve Mecidiye Tabyası'nın bu işlevle yaşatılması, KUDAKA tarafından öngörüldüğü gibi şehrin tarih turizmine büyük katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

ACIOĞLU, Yusuf; Çanakkale' deki Osmanlı Dönemi Savunma Yapıları, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sanat Tarihi A.B.D. , 2013.

Alparslan KOTAN Erzurum Arşivi.

AHUNBAY Z., (2009), "Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon", Yem Yayın, İstanbul.

ÇAM N., (1993), "Erzurum Tabyaları", Kültür Bakanlığı Yayınları, No: 1457, Ankara.

GÜNER, Yavuz; Edirne Askeri Tabyalarının Mimarisi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, T.C. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Türk-İslam Sanatları Programı, İstanbul, 2004.

KARAL; Enver Ziya, “Zarif Paşa’nın Hatıratı”, Belleten, Sayı:16, 1. Teşrin 1940.

KOTAN, E. S., (2019), Erzurum Mecidiye Tabyası’nın Mimari Analizi Ve Yeniden Kullanımı Üzerine Bir Öneri: Erzurum Harp Tarihi Müzesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilim Dalı.

KUDAKA, (2012), İnovasyona Dayalı Bölgesel Turizm Stratejisi ve Eylem Planı Raporu, Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı.

KÜÇÜKUĞURLU, Murat; Geçmişten Geleceğe Erzurum Tabyaları, Erzurum Teknik Üniversitesi Yayınları, Erzurum, 2016.

SİNOP VALİLİĞİ; Sinop İl Yıllığı, Ankara, 1993.

ÜLKÜ, Osman; “Osmanlı İmparatorluğu’nda Savunma Sistemi Olarak Tabya Mimarisi”, Atatürk Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, Sayı: 27, Erzurum, 2007.

Web 1; BAKİ SARISAKAL <http://samsun03.blogcu.com/samsun-kalyon-burnu-tabyasi/1026878>

Web 2, (2019), <http://www.gazetealbayrak.com/erzurumun-havadan-cekilmis-birbirinden-guzel-fotograflari-251g-p4.htm>, (Erişim Tarihi: 16/05/2019).

Web 3, (2019), Google Earth , (Erişim Tarihi: 16/05/2019).

Web 4, <https://www.hurriyet.com.tr/kultur-yolu-projesinin-birinci-etabi-tamamlandi-40632692>

Web 5, (28 Kasım 2011), ICOMOS İlkeleri, DUBLİN, <http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOS>.

## KONSTİPASYON BASKIN İRRİTABL BAĞIRSAK SENDROMU (İBS) OLAN BİREYLERDE FARKLI DİYET TEDAVİLERİNİN KONSTİPASYON DURUMUNA ETKİSİ

THE EFFECTS OF DIFFERENT DIET TREATMENTS ON THE CONSTIPATION STATUS IN  
INDIVIDUALS WITH CONSTIPATION PREDOMINANT IRRITABLE BOWEL SYNDROME  
(IBS)

**Gamze AKBULUT**

Prof. Dr. Öğr. Üyesi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü,

(Sorumlu Yazar)

**Emine Nüket ÜNSAL**

Dr. Dyt. Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beslenme ve Diyet Birimi,

### ÖZET

Bu çalışma, Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesinde konstipasyon baskın irritable bağırsak sendromu (İBS) tanısı almış, 19-50 yaş aralığındaki kadın bireylerde konstipasyon diyeti, çözünür posadan zengin konstipasyon diyeti ve probiyotik yoğurt eklenmiş konstipasyon diyetinin, hastaların konstipasyon durumuna olan etkisini değerlendirmek amacıyla planlanıp yürütülmüştür. Araştırmada dahil edilme kriterlerine uygun olan İBS'li 60 gönüllü kadın birey, çalışma ile ilgili bilgi verildikten sonra tam randomizasyon yöntemi ile üç farklı gruba ayrılmıştır. Birinci gruba (n:21) konstipasyon diyeti, ikinci gruba (n:17) çözünür posadan zengin konstipasyon diyeti ve üçüncü gruba (n:22) probiyotik yoğurt eklenmiş konstipasyon diyeti verilmiş ve bireyler 8 hafta boyunca izlenmiştir. Çalışma başlangıç ve sonunda bireylere Bristol dışkı skalası uygulanmıştır. Bristol dışkı skala formu dışkı yoğunluğunun görsel olarak bir derecelendirmesidir. Dört numaralı forma yaklaştıkça dışkılama durumunda iyileşme olduğu anlaşılmaktadır. Bireylerin çalışma başlangıç ve sonundaki Bristol dışkı formu değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmiş, özellikle 2. ve 3. gruptaki bireylerin dışkı formunda düzelmenin 1. gruba göre daha etkili olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ). İkinci ve 3. gruptaki bireylerin dışkı formunun daha fazla düzelmesine bu gruptaki bireylerin aldıkları posa ve probiyotik takviyesinin neden olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, her üç tıbbi beslenme tedavi şeklinin İBS semptomları üzerine olumlu etki sağladığı ve bireylerin dışkı formunda düzelmeye oluşturarak, konstipasyon durumunu iyileştirdiği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İritable Bağırsak Sendromu, Posa, Probiyotik, Konstipasyon

### ABSTRACT

This study was planned and conducted in order to evaluate the effect of constipation diet, constipation diet rich in soluble fiber and probiotic yogurt added constipation diet in female individuals between the ages of 19-50 who were diagnosed with constipation predominant irritable bowel syndrome (IBS) in Gülhane Training and Research Hospital. . 60 volunteer female individuals with IBS who are eligible for inclusion criteria in the study were divided into three different groups by the full randomization method after giving information about the study. Constipation diet was given to the first group (n: 21), constipation diet rich in soluble fiber to the second group (n: 17) and the constipation diet with probiotic yogurt added to the third group (n: 22) and the individuals were followed for 8 weeks. Work begins and ends on individuals. Bristol stool scale was applied. The Bristol stool scale form is a visual rating of stool density. As you get closer to form number four, it is understood that there is an improvement in defecation. When the Bristol stool forms of the individuals at the beginning and at the end of the study were evaluated, a significant difference was observed between the groups, it was found that the

improvement in the stool form of the individuals in the 2nd and 3rd groups was more effective than the first group ( $p < 0.05$ ). It was determined that the more improvement in the stool form of the individuals in the 2nd and 3rd groups was caused by the pulp and probiotic supplements taken by the individuals in this group. As a result, it was determined that all three forms of medical nutrition therapy had a positive effect on IBS symptoms and improved the constipation status by improving the stool form of the individuals.

**Keywords:** Irritable Bowel Syndrome, Fiber, Probiotic, Constipation

## GİRİŞ

İrritabl bağırsak sendromu (İBS), fonksiyonel gastrointestinal hastalıklar içinde en sık karşılaşılan gastrointestinal patolojidir (Can ve Yılmaz, 2015). İrritabl bağırsak sendromu hastalarında karında distansiyon şikayetleri tedavisi en zor semptomlar olmakla birlikte, bireyin sosyal yaşantısını ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Yılmaz, 2017). İrritabl bağırsak sendromu sıklıkla karşılaşılan bir hastalık olup prevalansı dünya genelinde %5-20'dir. Batı toplumlarında ise prevalansı %8-23 olup, bunun %60-70'ini kadınlar oluşturmaktadır (Lovell and Ford, 2012). Türkiye'de de birinci basamak sağlık kuruluşlarında en sık doktora başvurma nedenlerinden birisi olup (Tan, Yıldırım and Guldal, 2014), prevalansı %10-14,9 aralığındadır (Can ve Yılmaz, 2015, Akpınar et al., 2000). Türkiye'de konu ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında, prevalansın %6.2-19.1 arasında değiştiği; sıklıkla 20-40 yaş arasındaki kadınlarda görüldüğü bildirilmiştir (Çelebi, Acik, Deveci, Bahcecioglu, Ayar, Demir and Durukan, 2004, Yılmaz, Dursun, Ertem, Canoruc and Turhanoğlu, 2005). Her ne kadar İBS'nin etiyojisi büyük ölçüde bilinmiyor olsa da, İBS gelişiminde hem genlerin hem de çevrenin önemi büyüktür (Loftus, 2011). Kalıtım, çevre, diyet veya bağırsak mikrobiyotası, bağırsaktaki inflamasyon gibi faktörler İBS patogeneğinde rol oynamaktadır (El-Salhy, 2012). İrritabl bağırsak sendromlu hastaların önemli bir kısmı semptomlarını spesifik besinlerin tüketilmesi ile ilişkilendirmektedir. Bu nedenle, son yıllarda İBS'de diyetin rolüne daha çok odaklanılmıştır (Cozma-Petruş, Loghin, Miere and Dumitraşcu, 2017). İrritabl bağırsak sendromu olan hastalara öncelikle yaşam tarzının ve beslenme alışkanlıklarının değiştirilmesi önerilmektedir. Semptomları tetikleyen faktörlerin tespit edilerek, bunlara yönelik önlemlerin alınması önem taşımaktadır (Khan and Chang, 2010). Bireyler arasında farklılaşan diyet değişiklikleri ve beslenme alışkanlıkları, sağlığın iyileştirilmesi ve hastalıkların önlenmesine dair oluşturulan stratejileri önemli ölçüde etkilemektedir. Tıbbi beslenme tedavisinde İBS ataklarını önlemek amacıyla hastalara, özellikle çözünür posa alımının artırılması, semptomlara neden olduğu düşünülen besinlerin diyetten elimine edilmesi ve probiyotik/prebiyotik kullanılması gibi yaklaşımlar önerilmektedir (Yılmaz ve Akbulut, 2018).








Bu çalışma, önceden konstipasyon baskın İBS tanısı almış, 19-50 yaş aralığındaki kadın bireylerde farklı diyet türlerinin hastaların konstipasyon durumuna etkisini değerlendirmek amacıyla planlanıp yürütülmüştür.

## ARAŞTIRMA

Bu çalışma, Ankara Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Gastroenteroloji Polikliniği'nde Haziran 2019 – Mart 2020 tarihleri arasında yürütülen randomize kontrollü bir çalışmadır. Araştırmanın örneklemi önceden konstipasyon baskın İBS tanısı almış, tıbbi tedavisi devam eden ve çalışmaya dahil olma kriterlerini taşıyan 19-50 yaş arası gönüllü 60 kadın birey oluşturmaktadır. Birinci gruba (n:21) "konstipasyon diyeti", ikinci gruba (n:17) "çözünür posadan zengin konstipasyon diyeti", üçüncü gruba (n:22) ise "probiyotik yoğurt eklenmiş konstipasyon diyet" tedavisi uygulanmıştır. Konstipasyon diyeti, bireylerin konstipasyon durumunu tetikleyecek olan besinlerin diyetten eliminasyonu ile oluşturulmuştur. Besin gruplarına göre bireyin tüketmemesi gereken besinler belirtilerek sağlıklı beslenme önerilerinde bulunulmuştur. Çözünür posadan zengin konstipasyon diyeti grubunda, konstipasyon diyetine ek olarak çözünür posa (direnci nişasta) (5 g/gün) eklenmiştir. Hastaların diyetine çözünür posa ilk 4 haftada 1 saşe/gün (5 g/gün), ikinci 4 haftada ise 2 saşe/gün (10 g/gün) olacak şekilde eklenmiştir. İlk 4 haftada günde bir kez, sabahları kahvaltı öncesi gazlı olmayan bir içecek veya sıcak

olmayan bir besinle birlikte tüketimi önerilmiştir. İkinci 4 haftada ise yine aynı şekilde sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez öğün öncesi tüketirilmişdir. Probiyotik yoğurt eklenmiş konstipasyon diyeti grubunda ise konstipasyon diyetine ek olarak, İBS'ye özgü olan "Bifidobakterium Infantis 35624 (B. Infantis 35624)" suşu yoğurda ilave edilerek, öğle öğünü öncesinde tüketirilmişdir. Tüm bireylere konstipasyon diyetleri için eğitim verilmiş ve 8 hafta takip edilmiştir. Çalışmaya katılmak gönüllülük esasına dayalı olup, katılımcılara gönüllü onam formu imzalatılmış ve araştırmadan istedikleri zaman ayrılma hakkına sahip oldukları bildirilmiştir.

Çalışma süresince tüm veriler araştırmacı tarafından yüz yüze anket metodu ile toplanmıştır. İlk görüşmede; bireylerin sosyo-demografik özellikleri, genel beslenme alışkanlıkları anket formu ile sorgulanmış, fiziksel aktivite ve üç günlük besin tüketim kaydı alınmış, Bristol dışkı skalası uygulanmıştır. İkinci görüşmede (8 hafta sonra); ise ilk görüşmede yapılan üç günlük besin tüketim kaydı, fiziksel aktivite kaydı ve Bristol dışkı skalası uygulanmıştır. Bristol dışkı skalası farklı gaita şekilleri ile dışkı formunu değerlendirmektedir (Lewis and Heaton, 1997). Skalada bulunan dışkı formları; Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu çalışmada konstipasyon için belirlenmiş olan ilk 4 dışkı formu üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Dört numaralı forma yaklaştıkça dışkılama durumunda iyileşme olduğu anlaşılmaktadır.

|   |  |
|---|--|
|    | Tip 1: Keçi pisliği tarzında, topak topak ve parça parça sert dışkı                          |
|    | Tip 2: Daha büyük ve birleşik topaklanma   |
|    | Tip 3: Daha az kalın, daha yumuşak kıvamlı, yüzeyinde derin olmayan çatlakların olduğu dışkı |
|  | Tip 4: Yılan veya sosis gibi pürüzsüz, kaygan yüzeyli ve yumuşak kıvamlı dışkı               |
|  | Tip 5: Kenar verecek kıvamda parça parça dışkı   |
|  | Tip 6: Yumuşak kıvamlı, su içeriği daha fazla, parça parça dışkı                             |
|  | Tip 7: Sert ya da yumuşak, katı dışkı içeriği hiç olmayan sulu dışkı                         |

Şekil 1. Bristol dışkı formu (Lewis and Heaton, 1997).

Araştırmanın Etik Kurul Onayı Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul Başkanlığı'ndan (Toplantı No:2018/12, Proje/Karar No:18/236 [Değerlendirilme Tarihi:25.09.2018-16.10.2018] sayılı) alınmıştır. Araştırmanın Tıpta Uzmanlık Eğitim Kurulu (TUEK) onayı Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıpta Uzmanlık Eğitim Kurulu'ndan (Toplantı No:50687468-799, Proje/Karar No:04 [Değerlendirilme Tarihi:25.04.2019] sayılı) alınmıştır.

Çizelge 1. Konstipasyon diyeti

| Besin Grupları                       | Serbestler   | Yasaklar   |
|--------------------------------------|--|--|
| Süt, yoğurt                          | Her çeşit  | -  |
| Peynir, yumurta                      | Her çeşit  | -  |
| Et, tavuk, balık                     | Her çeşit  | -  |
| Ekmek ve ekmek yerine geçen besinler | Tam tahıllı ekmek türleri, kuru baklagiller (kuru fasulye, nohut, barbunya, yeşil mercimek)<br>Bu gruptaki besinleri haftada 3-4 porsiyon tüketmeye çalışınız. | Beyaz ekmek<br>Pirinç ve pirinçle yapılan tüm yiyecekler<br>(Yayla çorba, sütlaç, pirinç pilavı vb.) |



|        |  |   |
|--------|--|---|
| Sebze  | Yasaklar dışındaki tüm sebzeler<br>Günde 3-4 porsiyon sebze ve salata tüketiniz. (Bamya, semizotu, kabak, bezelye, yeşil salata, mısır tercih ediniz). | Patates, havuç                                |
| Meyve  | Yasaklar dışındaki tüm meyveler<br>Her çeşit yaş ve kuru meyvelerden günde 3-4 porsiyon tüketiniz. Kabuklu yenebilen meyveleri soymadan tüketiniz.     | Şeftali<br>Muz<br>Ayva                        |
| Yağlar | Her çeşit  | -   |
| Sıvı   | Açık çay<br>Ada çayı<br>İhlamur  | Elma suyu<br>Şeftali suyu<br>Kolalı içecekler |

Bu diyete ek olarak bireylere aşağıdaki beslenme önerileri de anlatılmıştır.

- İçeriğini bilmediğiniz ve hazır satılan besinleri tüketmeyiniz.
- Bol su tüketiniz (günde 2,5-3 litre).
- Serbest sebze ve meyvelerden her gün tüketmeye özen gösteriniz.
- Haftada en az 3 gün, 30-45 dakika yürüyüş yapınız.
- Öğün sıklığını artırabilirsiniz (gerekirse 5-6 öğün).
- Karbonatlı içecekler, alkol, sigara, acılı baharatları tüketmeyiniz.
- Öneriler dışında konstipasyon için özel bir besin ya da içecek tüketmeyiniz.

### İstatistiksel Analiz

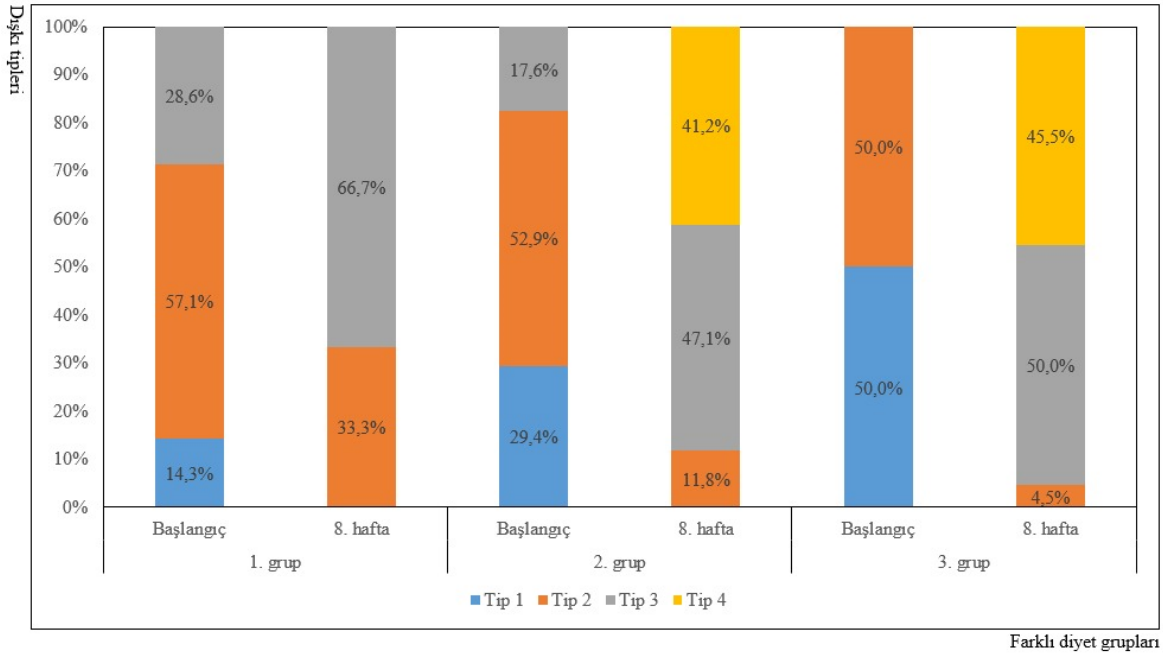
Elde edilen veriler uygun istatistiksel yöntemlerle SPSS 22.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Sayısal değişkenler ortalama±standart sapma veya median [25-75.yüzdellikler] ile kategorik değişkenler ise sayı ve yüzde ile özetlenmiştir. Sayısal değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro Wilks testi, karşılaştırılan grupların varyanslarının homojenliği ise Levene testi ile incelenmiştir. Ölçümlerin grup içi ve gruplar arası karşılaştırması parametrik test koşullarının sağlanması durumunda tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile yapılmıştır. İkili karşılaştırmalar Bonferroni testi ile yapılmıştır. Parametrik test koşullarının sağlanmaması durumunda ise gruplar arası karşılaştırmalar Kruskal Wallis testi ile grup içi karşılaştırmalar ise Friedman testi veya Wilcoxon testi ile yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak alınmıştır.

### BULGULAR

Bu çalışma 60 konstipasyon baskın İBS tanısı almış kadın birey ile yürütülmüştür. Çalışmaya katılan bireylerin yaş ortalaması  $38,4 \pm 8,28$  yıl'dır. Tüm bireylerin %68,3'ü evli iken, %45'i lisans ve %25'i lise mezunudur. Bireylerin %71,7'si çalışmakta ve %65'i memurdur. Aynı zamanda %60'ının gelir düzeyi gider düzeyine eşittir. Gruplar arasında incelenen eğitim durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunurken ( $p < 0,005$ ); medeni durum, meslek, gelir düzeyi ve yaş ortalaması arasında ise istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Bireylerin %63,3'ü 2 ana öğün, %46,7'si 2 ve %41,7'si 1 ara öğün tüketmektedir. Öğün atlama durumu sorgulandığında bireylerin %66,7'si öğün atladığının, %47,5'i ise atlanan öğünün öğle öğünü olduğu bilgisini vermiştir. Çalışmaya katılan bireylerin %33,3'ü zaman yetersizliği, %28,3'ü ise alışkanlığı olmaması sebebiyle öğün atlamaktadır.

Çalışma gruplarına göre bireylerin konstipasyon durumunda en sık tükettikleri besinlere bakıldığında; 1. gruptaki bireylerin %47,6'sı yoğurt, %33,3'ü kuru kayısı, %33,3'ü kayısı çayı, %28,6'sı incir,

%28,6'sı kefir, %28,6'sı zeytinyağı ve %19'u elma tüketmeyi tercih ettiklerini belirtmişlerdir. İkinci gruptaki bireylerin %29,4'ü erik, %23,5'i zeytinyağı, %23,5'i sinameki çayı, %11,8'i yeşil çay ve %11,8'i elma tercih ederken 3. gruptaki bireylerin %36,4'ünün zeytinyağı, %22,7'sinin erik ve %18,4'ünün yoğurdu tüketmeyi tercih ettikleri saptanmıştır. Çalışmaya katılan bireylerin günlük sıvı tüketim değerlerinde çalışma başlangıç ve sonunda istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ), ancak bütün gruplarda grup içinde su tüketim miktarı anlamlı bir artış göstermiştir ( $p<0,05$ ). Bireylerin çalışma gruplarına göre başlangıçtaki ve 8. hafta sonundaki fiziksel aktivite düzeylerinin dağılımına göre; çalışma sonunda her üç gruptaki bireylerin de fiziksel aktivite düzeylerinde anlamlı artış olduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ).



Şekil 2. Farklı diyet tedavisi alan bireylerin bristol dışkı skalasına göre değerlendirilmesi

Çizelge 2. Farklı diyet tedavisi alan bireylerin bristol dışkı skalasına göre değerlendirilmesi

| Bristol Dışkı Skalası | 1. Grup (n=21) |      |          |      |                  | 2. Grup (n=17) |      |          |      |                | 3. Grup (n=22) |      |          |      |                  | Başlangıç    | 8.hafta           |
|-----------------------|----------------|------|----------|------|------------------|----------------|------|----------|------|----------------|----------------|------|----------|------|------------------|--------------|-------------------|
|                       | Başlangıç      |      | 8. hafta |      |                  | Başlangıç      |      | 8. hafta |      |                | Başlangıç      |      | 8. hafta |      |                  |              |                   |
|                       | S              | %    | S        | %    | p <sup>1</sup>   | S              | %    | S        | %    | p <sup>2</sup> | S              | %    | S        | %    | p <sup>3</sup>   |              |                   |
| Tip 1                 | 3              | 14,3 | -        | -    |                  | 5              | 29,4 | -        | -    |                | 11             | 50,0 | -        | -    |                  |              |                   |
| Tip 2                 | 12             | 57,1 | 7        | 33,3 | <b>&lt;0,001</b> | 9              | 52,9 | 2        | 11,8 | <b>0,005</b>   | 11             | 50,0 | 1        | 4,5  | <b>&lt;0,001</b> | <b>0,01b</b> | <b>&lt;0,001b</b> |
| Tip 3                 | 6              | 28,6 | 14       | 66,7 |                  | 3              | 17,6 | 8        | 47,1 |                | -              | -    | 11       | 50,0 |                  |              |                   |
| Tip 4                 | -              | -    | -        | -    |                  | -              | -    | 7        | 41,2 |                | -              | -    | 10       | 45,5 |                  |              |                   |

\*Grup içi karşılaştırmalarda McNemar testi.

\*\*Gruplar arası karşılaştırmalarda Ki kare testi, p<0,05. p<sup>1</sup>: birinci grubun öncesi ve sonrası, p<sup>2</sup>: . a:1.grup-2. grup arasında fark olduğu, b:1. grup-3. grup arasında fark olduğu, c:2. grup-3. grup arasında fark olduğu

Çizelge 2’de farklı diyet tedavisi alan bireylerin bristol dışkı skalasına göre dışkı tipleri verilmiştir. Buna göre bireylerin dışkı tiplerindeki değişiklik çalışma başlangıcında ve sonunda gruplar arasında anlamlı fark saptanmıştır. Çalışma sonrasında 1. gruptaki bireylerin %66,7’sinin, 2. gruptaki bireylerin %88,2’sinin ve 3. gruptaki bireylerin %95,5’inin normal dışkılamaya sahip oldukları bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Dolayısıyla 2. ve 3. gruptaki bireylerin dışkı formlarında düzelmenin daha fazla olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

## TARTIŞMA

İrritabl bağırsak sendromu, patogenezinde pek çok faktörün yer aldığı karmaşık bir hastalıktır. Beslenme de bu patofizyolojide aktif rol oynayan önemli bir bileşendir ve literatürde diyetin İBS semptomları üzerindeki etkisine atıfta bulunmaktadır (Oświęcimska et al., 2017). İrritabl bağırsak sendromu olan çoğu kişi, diyetin semptomlarında önemli bir rol oynadığına ve belirli besinlerden kaçınmanın semptomları azalttığına inanmaktadır (Cozma-Petruț, Loghin, Miere and Dumitrașcu, 2017). İrritabl bağırsak sendromlu 1.200’den fazla bireyin katıldığı bir çalışmanın sonucuna göre, hastaların %63’ü hangi besinlerden kaçınılması gerektiğini bilmektedir; ayrıca bunların %69’u fazla miktarda öğün tüketiminden kaçınmaktadır (Heizer, Southern and McGovern, 2009).

Birçok çalışmada, İBS hastalarının kontrol grubuna göre daha düzensiz beslenme alışkanlığına sahip olduğu, bu durumun kolonik motiliteyi etkileyebileceği ve İBS semptomlarını arttırabileceği öne sürülmektedir (Miwa, 2012, Staudacher et al., 2012). Ankara’da yapılan bir çalışmada, İBS hastalarının %51,1’inin günde iki ana öğün tükettiği, %37,7’sinin günde iki ara öğün tükettiği ve %22,2’sinin hiç ara öğün tüketmediği saptanmıştır (Erdinç, 2018). Sivas’ta yapılan çalışmada ise düzenli üç ana öğün tüketimi olmayan bireylerde İBS görülme riskinin artış gösterdiği saptanmıştır (Karaman, Türkay and Yöner, 2003). Merkezi Antalya olan başka bir çalışmada ise, bireylerin %88,9’unun bazen öğün atladığı ve atlanan öğünün özellikle öğle öğünü olduğu saptanmıştır (Başaran, 2015). Başka bir çalışmada da, İBS’li bireylerin ana öğün sayılarının medyan değeri iki, ara öğün sayıları ise bir olarak bulunmuştur (Ustaoglu, 2020). Yapılan bu çalışmada da, diğer çalışmalara benzer şekilde bireylerin %63,3’ü iki ana öğün tüketirken, %46,7’si 2 ve %41,7’si bir ara öğün tükettiği gözlenmiştir. Yine diğer çalışmalara benzer şekilde bu çalışmada bireylerin yarısından fazlasının (%66.7) bir ana öğün atladığı ve atlanan bu öğünün çoğunlukla öğle öğünü olduğu görülmüştür. Öğün atlama nedeni olarak ise bireyler daha çok zaman yetersizliği, alışkanlıklarının olmaması ve iştahsızlık gibi sebepleri belirtmişlerdir. Literatürde İBS hastalarının öğün atlamaktan, öğün aralarının uzun olmasından kaçınmaları ve düzenli ana ve ara öğün tüketmeleri önerilmektedir. Ayrıca fazla miktardaki öğünlerden kaçınmaları ve yiyecekleri iyice çiğnemeleri tavsiye edilmektedir (McKenzie et al., 2016).

İrritabl bağırsak sendromu tedavisinde yeterli sıvı tüketimi çok önemlidir. Hastalığa özgü besin piramidinin de temelini hidrasyon oluşturmaktadır (Cozma-Petruț, Loghin, Miere and Dumitrașcu, 2017). İBS ile içecek tüketim alışkanlığı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir araştırmada, çalışmaya katılan bireylerin %69,4’nun çay, %26,5’inin kahve ve %3,8’inin alkollü içecek tüketme alışkanlığı olduğu bulunmuştur. Çay ve kahve tüketimi ile İBS arasındaki ilişkinin anlamlı olmadığı saptanmıştır (Özden et al., 2006). Ankara’da yapılan bir çalışmada bireylerin %93,3’ünün çay, %26,7’sinin her gün kahve tüketiminin olduğu saptanmıştır (Erdinç, 2018). Başka bir çalışmada, İBS hastalarının %19,7’sinin günlük 1-2 bardak çay, %18,3’ünün 7 bardağın üstünde çay, %20,1’nin 3 bardağın üstünde kahve, %19,1’inin 1-2 bardak kahve tüketiminin olduğu saptanmış ve hastalıkla günlük çay, kahve tüketiminin istatistiksel olarak önemli bir ilişkisinin olmadığı saptanmıştır (Karaman, Türkay and Yöner, 2003). Yapılan bu çalışmada da, diğer çalışmalara benzer şekilde hastalıkla bireylerin çay, kahve tüketiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir ( $p>0,05$ ). Gaziantep’te yapılan bir çalışmada bireylerin günlük sıvı tüketimine yönelik durumları değerlendirildiğinde; gruplarla çalışma başlangıcı ve sonundaki değerlerde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Ustaoglu, 2020). Yapılan bu çalışmada da benzer şekilde bireylerin günlük sıvı tüketim değerlerinde çalışma başlangıç ve sonunda istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Demirtaş ve arkadaşlarının (Demirtaş, Kayahan, Akbulut and Tek, 2019, bireylerin sıvı tüketim durumlarının konstipasyonla ilişkisini değerlendirmek için yaptıkları araştırmada, bireylerin günlük su tüketimi ortalaması  $1570.2\pm 702.24$  mL olup; konstipasyon oluşum riski ile arasında negatif korelasyon olduğu bildirilmiştir

( $p<0,05$ ). Ayrıca 5 su bardağı (1000 mL) ve daha az sıvı tüketenlerde konstipasyon riskinin yüksek olduğu ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Aktaş'ın (Aktaş and Kiyak, 2020), yaptığı çalışmada, İBS'li bireylerin sadece %2,70'inin bol su tükettiği gözlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise İBS'li bireylerin %53,3'ünün günlük su tüketiminin 1000 mL olduğu saptanmıştır (Candan, 2018). İBS'li bireylere FODMAP diyeti ve bu diyet ek olarak probiyotik verilen başka bir çalışmada, diyet tedavisi sonrasında her iki diyet grubundaki bireylerin su tüketimindeki artışın anlamlı olduğu saptanmıştır (Ustaoglu, 2020). Yapılan bu çalışmada da, her 3 gruptaki bireylerin de çalışma sonunda başlangıca göre su tüketimlerinde artış olduğu ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Birinci grupta tüketilen su miktarı medyan değeri sırasıyla başlangıçta ve 8. hafta sonunda (1400 mL, 1600 mL), 2. grupta (1500 mL, 1600 mL), 3. grupta ise (1500 mL, 1600 mL) olduğu görülmüştür. Çalışma sonunda her 3 grubun da su tüketim medyan değerinin 1600 mL olduğu bulunmuştur. Bu değer hastalığa özgü besin piramidindeki önerilen su tüketim miktarı aralığının (1,5-3 L) alt sınırına yakın olduğu görülmektedir. Özellikle, konstipasyon baskın İBS'li bireylerin dışkı sıklığını iyileştirmek için yeterli sıvı tüketimi önerilmektedir. İrritabl bağırsak sendromu hastalarına 1.5-3 L sıvı (yaklaşık 35 mL / kg), özellikle su veya diğer kafeinsiz, alkolsüz, gazsız içecekler (örn; bitki çayları) tüketmeleri tavsiye edilmektedir (Cozma-Petruş, Loghin, Miere and Dumitraşcu, 2017). Mevcut diyet kılavuzları, İBS yönetimi için fiziksel aktivite ile ilgili önerileri de içermektedir. Bunun nedeni, fiziksel aktivitenin diyet tedavisine temel bir tamamlayıcı görevinin olmasıdır. Son veriler düzenli egzersizin genel olarak sağlık üzerindeki yararlı etkilerinin yanı sıra İBS hastaları için de olumlu etkilerini vurgulamaktadır (Cozma-Petruş, Loghin, Miere and Dumitraşcu, 2017). Bazı çalışmalarda, hafif düzeydeki fiziksel aktivitenin İBS semptomlarından özellikle şişkinliği azalttığı ve kabızlığı hafiflettiği bildirilmiştir (Gil et al., 2015, Grundmann and Yoon, 2014).

Bristol dışkı formu skalası dışkı yoğunluğunun görsel olarak bir derecelendirmesidir. Bristol dışkı skalasına göre tip 3 ve tip 4 'normal dışkı' kabul edilmektedir (Brown, DeCoffe, Molcan and Gibson, 2012). Yapılan bu çalışmada her 3 gruba da çalışma başlangıcında ve sonunda Bristol dışkı skalası uygulanarak aradaki fark değerlendirilmiştir. Buna göre bireylerin dışkı tiplerindeki değişiklik çalışma sonunda gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermiştir ( $p<0,05$ ). Çalışma sonrasında 1. gruptaki bireylerin %66,7'sinin, 2. gruptaki bireylerin %88,2'sinin ve 3. gruptaki bireylerin %95,5'inin normal dışkılamaya sahip oldukları bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Elde edilen bu sonuç ile diyet tedavisine ek olarak posa ve probiyotik takviyesinin İBS'li bireylerde dışkı formunun düzelmesinde çok daha etkili olduğu söylenebilir. İrritabl bağırsak sendromunda özellikle çözünür posa kalın bağırsaktaki bakteriler tarafından fermente edilmekte, bu da kısa zincirli yağ asitleri gibi fermentasyon yan ürünleri ile biyokütleyi artırarak dışkı hacminin artmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla posa laksatif olarak etki göstererek kolon geçişini hızlandırmakta ve dışkı kütlelerini artırmaktadır (El-Salhy, Ystad, Mazzawi and Gundersen, 2017).

## SONUÇ

Bu verilere göre; İBS'li bireylerde konstipasyon diyeti, çözünür posadan zengin konstipasyon diyeti veya probiyotik yoğurt eklenmiş konstipasyon diyet tedavisinin, düzenli egzersizle birlikte etkili bir tedavi yöntemi olduğu söylenebilir. Her üç tıbbi beslenme tedavi şeklinin de bireylerin dışkı formunun düzelmesine olumlu etki gösterdiği saptanmıştır. Bu sonuçlar ışığında; İBS'li hastalar yaşam kalitelerinin artırılması ve semptomlarının iyileştirilmesi açısından tıbbi tedavinin yanı sıra diyetisyen/beslenme uzmanı denetiminde tıbbi beslenme tedavisi almalı ve belirli aralıklarla değerlendirilmek üzere sağlık kuruluşlarına başvurmalıdır.

## KAYNAKÇA

1. Akpınar, H., Kilic, B., Amanvermez, D., Aslan, O., and Sönmez, İ. (2000, 10-11 Oct). Irritable bowel syndrome prevalence in Narlıdere district in Turkey. 8. United European Gastroenterology Weeks (UEGW), Belgium.
2. Aktaş, Ü., and Kiyak, E. (2020). Examination of Nonpharmacological Method Uses of Patients with Irritable Bowel Syndrome. *Ankara Medical Journal*, 20(1), 135-143.
3. Başaran, H. (2015). İrritabl Barsak Sendromlu Hastaların Beslenme Düzeylerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 25-31.
4. Brown, K., DeCoffe, D., Molcan, E., and Gibson, D. L. (2012). Diet-Induced Dysbiosis Of The Intestinal Microbiota And The Effects On Immunity And Disease. *Nutrients*, 4(8), 1095-1119.
5. Can, G., and Yılmaz, B. (2015). İrritabl Bağırsak Sendromunun Tanı ve Tedavisinde Yaklaşımlar. *Güncel Gastroenteroloji*, 19(3), 171-181.015.
6. Candan, S. (2018). İrritabl Bağırsak Sendromu Tanısı Almış Hastalarda GAPS Beslenme Protokolünün Kısa Dönem Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 55-80.
7. Cozma-Petruț, A., Loghin, F., Miere, D., and Dumitrașcu, D. L. (2017). Diet in irritable bowel syndrome: What to recommend, not what to forbid to patients!. *World Journal of Gastroenterology*, 23(21), 3771.
8. Çelebi, S., Acik, Y., Deveci, S. E., Bahcecioglu, I. H., Ayar, A., Demir, A., and Durukan, P. (2004). Epidemiological features of irritable bowel syndrome in a Turkish urban society. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 19(7), 738-743.
9. Demirtaş, A. A., Kayahan, S., Akbulut, G., and Tek, N. (2019, 10-11 Ekim). Yetişkin Bireylerde Posa ve Sıvı Alımının Konstipasyon İle İlişkisi Ve Konstipasyonun Yaşam Kalitesine Etkisi. 2.Uluslararası Sağlıklı Yaşam Kongresi, Ankara.
10. El-Salhy, M. (2012). Irritable Bowel Syndrome: Diagnosis And Pathogenesis. *World Journal of Gastroenterology*, 18(37), 5151.
11. El-Salhy, M., Ystad, S. O., Mazzawi, T., and Gundersen, D. (2017). Dietary fiber in irritable bowel syndrome. *International Journal of Molecular Medicine*, 40(3), 607-613.
12. Erdinç, Ş.A. (2018). Konstipasyon baskın irritable bağırsak sendromu olan hastaların semptomatik tedavisinde farklı diyet türlerinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 27-59.
13. Gil, Á., Ruiz-López, M. D., Fernández-González, M., and Martínez de Victoria, E. (2015). Guía FINUT de estilos de vida saludable: más allá de la Pirámide de los Alimentos. *Nutrición Hospitalaria*, 31(5), 2313-2323.
14. Grundmann, O., and Yoon, S. L. (2014). Complementary and alternative medicines in irritable bowel syndrome: an integrative view. *World Journal of Gastroenterology*, 20(2), 346.
15. Heizer, W. D., Southern, S., and McGovern, S. (2009). The role of diet in symptoms of irritable bowel syndrome in adults: a narrative review. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(7), 1204-1214.
16. Karaman, N., Türkay, C., and Yönm, O. (2003). Irritable bowel syndrome prevalence in city center of Sivas. *The Turkish Journal of Gastroenterology*, 14(2), 128-131.
17. Khan, S., and Chang, L. (2010). Diagnosis and management of IBS. *Nature Reviews Gastroenterology Hepatology*, 7(10), 565.
18. Lewis, S. J., and Heaton, K. W. (1997). Stool form scale as a useful guide to intestinal transit time. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 32(9), 920-924.

19. Loftus, Y. A. S. (2011). The Role of Genetics in IBS. *Gastroenterology Clinics of North America*, 40(1), 45-67.
20. Lovell, R. M., and Ford, A. C. (2012). Global prevalence of and risk factors for irritable bowel syndrome: a meta-analysis. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 10(7), 712-721.
21. McKenzie, Y. A., Bowyer, R. K., Leach, H., Gulia, P., Horobin, J., O'Sullivan, N. A., Pettitt, C., Reeves, L.B., Seamark, L., Williams, M., and Thompson, J. (2016). British Dietetic Association systematic review and evidence-based practice guidelines for the dietary management of irritable bowel syndrome in adults (2016 update). *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 29(5), 549-575.
22. Miwa, H. (2012). Life style in persons with functional gastrointestinal disorders—large-scale internet survey of lifestyle in Japan. *Neurogastroenterology and Motility*, 24(5), 464-471.
23. Oświęcimska, J., Szymlak, A., Rocznik, W., Girczys-Poędniok, K., and Kwiecień, J. (2017). New Insights Into The Pathogenesis And Treatment Of Irritable Bowel Syndrome. *Advances in Medical Sciences*, 62(1), 17-30.
24. Özden, A., Köksal, A. Ş., Oğuz, D., Çiçek, B., Yılmaz, U., Dağlı, Ü., and Özden, A. (2006). Türkiye’de Birinci Basamak Sağlık Kurumlarında İrritabl Barsak Sendromu Görülme Sıklığı. *Akademik Gastroenteroloji Dergisi*, 5(1), 4-15.
25. Staudacher, H. M., Lomer, M. C., Anderson, J. L., Barrett, J. S., Muir, J. G., Irving, P. M., & Whelan, K. (2012). Fermentable carbohydrate restriction reduces luminal bifidobacteria and gastrointestinal symptoms in patients with irritable bowel syndrome. *The Journal of Nutrition*, 142(8), 1510-1518.
26. Tan, M. N., Yıldırım, E., and Guldal, D. (2014). Aile hekimliği pratiğinde sık görülen bir hastalık: irritable bağırsak sendromu. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8(3), 75-85.
27. Ustaoglu, T. (2020). İrritabl Bağırsak Sendromunda (İBS) Fodmap Diyetinin ve Probiyotiklerin İBS Semptomları, Beslenme Durumu Ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 43-68.
28. Yılmaz, Ş., Dursun, M., Ertem, M., Canoruc, F., and Turhanoglu, A. (2005). The Epidemiological Aspects Of Irritable Bowel Syndrome In Southeastern Anatolia: A Stratified Randomised Community-Based Study. *International Journal Of Clinical Practice*, 59(3), 361-369.
29. Yılmaz B. (2017). İrritabl Bağırsak Sendromu., Akbulut, G. (Editör). *Gastrointestinal Sistem Hastalıklarında Tıbbi Besleme Tedavisi*. I. Baskı, Ankara: Nobel Tıp Kitapevleri, 307-314.
30. Yılmaz, B., ve Akbulut, G. (2018). İrritabl Bağırsak Sendromuna Güncel Bakış. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 46(3), 276-284.