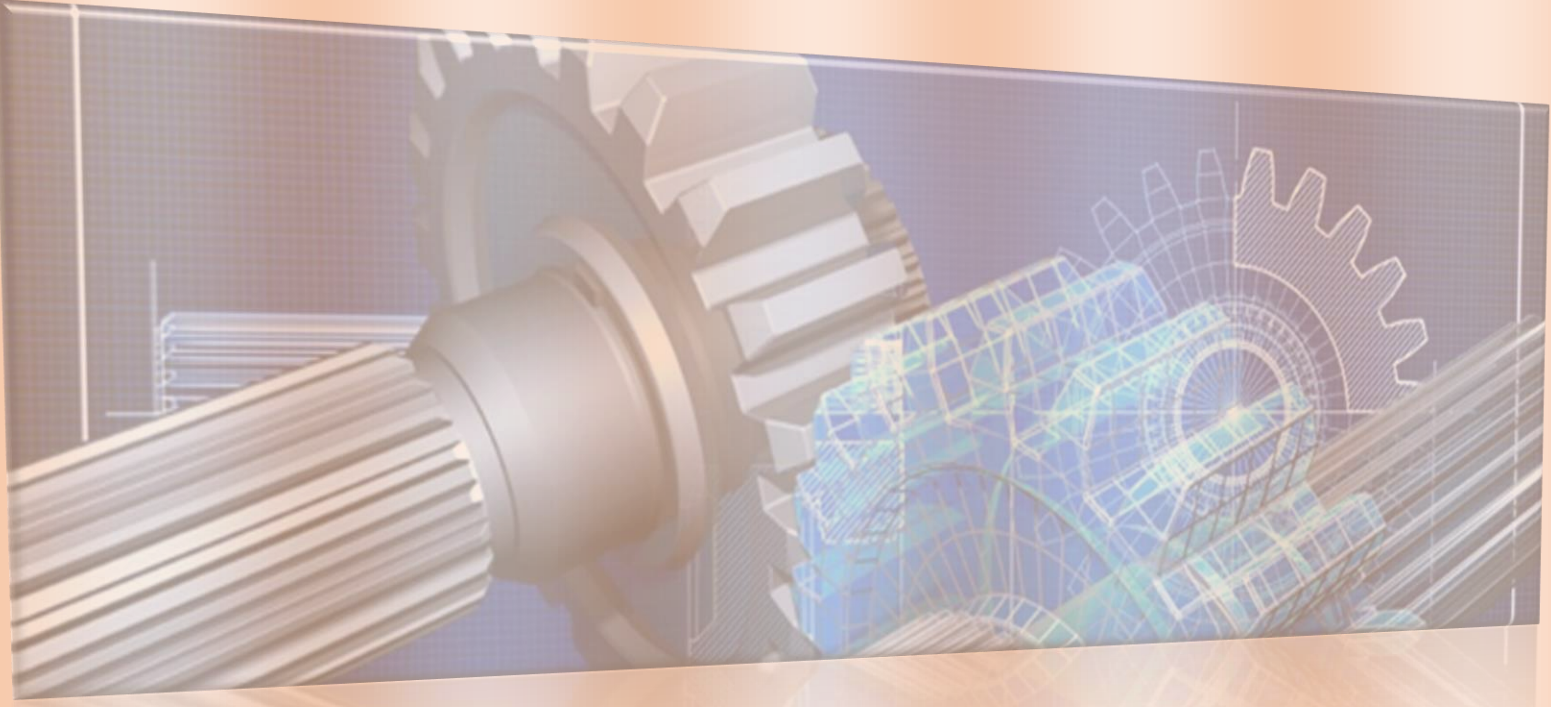


ISPEC ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLER KONGRESİ



KONGRE TAM METİN KİTABI

Editörler

**Dr. SEYİTHAN SEYDOŞOĞLU
EYLEM SELVER TUĞÇE BAYAZİT**

ISBN-978-605-7875-98-3

ISPEC ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLER KONGRESİ

3-4 Mayıs 2019, Malatya

KONGRE TAM METİN KİTABI

Editörler

Dr. SEYİTHAN SEYDOŞOĞLU
EYLEM SELVER TUĞÇE BAYAZİT

Bu kitabın tüm hakları ISPEC'E aittir. İzinsiz kopyalanamaz ve
çoğaltılamaz.

Kitapta bulunan eserlerin yasal ve etik sorumluluğu yazarlara
aittir.

Yayın Tarihi: 01.05.2019

ISBN – 978-605-7875-98-3

İSPEC ULUSLARARASI YAYINEVİ

ULUSLARARASI ISPEC MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ KONGRESİ

KONGRE KÜNYESİ

KONGRE ADI

ULUSLARARASI ISPEC MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ KONGRESİ

TARİHİ VE YERİ

3-4 Mayıs 2019, Malatya, Türkiye

DÜZENLEYEN KURUMLAR

ISPEC ULUSLARARASI YAYINEVİ

DÜZENLEME KURULU ÜYELERİ

Prof. Dr. Mustafa TALAS - Başkan

Doç. Dr. Almaz AHMETOV - Üye

Doç. Dr. Dinara FARDEEVA - Üye

KONGRE BAŞKANI

Prof. Dr. Mustafa TALAS - Başkan

GENEL KOORDİNATÖR

Eylem Selver Tuğçe BAYAZİT

YABANCI KONUŞMACILAR / KATILIMCILAR

Tavaldiyeva Gulbaxar NİSHANOVNA (Özbekistan)

ҚАМАРОВА НАҒБДУ СҰЛТАНСІХҚЫЗЫ (Kazakistan)

TOĞRUL HALİLOV (Azerbaycan)

Dimitri LAVRENTIEV

Naghdali CHOUPANI

KONGRE DİLLERİ

Türkçe ve tüm lehçeleri, İngilizce, Rusça, Çince, Arapça

Sunum Şekli

Sözlü Sunum

KOGRE BİLİM VE DANIŞMA KURULU

Dr. Bahtiyar MEHMETOĞLU	Tokat Üniversitesi
Dr. Fatih BAŞBUĞ	Akdeniz Üniversitesi
Dr. İskender ASKEROĞLU	Giresun Üniversitesi
Dr. Jarkınbike SULEYMANOVA	Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi – Kazakistan
Dr. Mustafa TALAS	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi
Dr. Nihat PAMUK	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Dr. İbrahim KARTERİ	Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi
Dr. Serkan AKKOYUN	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Dr. Aydın ZOR	Akdeniz Üniversitesi
Dr. Almaz AHMETOV	Bakü Devlet Üniversitesi
Dr. Hasan ŞAHİN	Harran Üniversitesi
Dr. Sehrana KASIMI	Kafkas Üniversitesi
Dr. Dinara FARDEEVA	Tataristan Bilimler Akademisi
Dr. Metin DAĞTEKİN	Çukurova Üniversitesi
Dr. Elman CEFERLİ	Nahcivan Devlet Üniversitesi – Azerbaycan
Dr. Faik ELEKBER	Milli İlimler Akademisi – Azerbaycan
Dr. Fayruza H. GARİPOVA	Başkurt Beşeri Bilimler Enstitüsü – Başkurdistan/Rusya
Dr. Gulmira ABDIRASOLOVA	Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi – Kazakistan
Dr. Kasım KARAMAN	Erciyes Üniversitesi
Dr. Tuncay BAYRAM	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Dr. Yaprak İtir ÖZDEMİR	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Dr. Ahmet Refah TORUN	Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Dr. Asaf Tolga ÜLGİN	Şırnak Üniversitesi
Dr. Latif Onur UĞUR	Düzce Üniversitesi
Dr. Serpil SAVCI	Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Mustafa KILIÇ	Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Dr. Yusuf ZALAOĞLU	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU	Siirt Üniversitesi







TARİH VE KÜLTÜR (A)

Tarih: 4 Mayıs 2019	Saat: 09:30- 12:00	Oturum Başkanı	Prof. Dr. Zeki BOYRAZ
Yazar isimleri	Bildiri adı		
Öğr. Gör. Dr. Kazım KARTAL	MALATYA SANCAĞI TABİ GÖZENE, KADİRÜŞAĞI, ALIŞAR VE KUŞDOĞANKARYELERİ'NİN SOSYO-EKONOMİK YAPISI (1842-1843)		
Öğr. Gör. Dr. Kazım KARTAL	MALATYA SANCAĞI İZOLU NAHİYESİ KADIOĞLU VE PINARLI KARYELERİ'NİN SOSYO-EKONOMİK YAPISI (1842-1843)		
Dr.Öğr.Üyesi Veysel GÖGER	OSMANLI SEFERLERİNDE BAYRAM		
Prof. Dr. Mustafa TALAS	KÜLTÜRÜN HALLERİ		
Zeynep KARAGÖZOĞLU Prof. Dr. Zeki BOYRAZ	KUMYAZI ÇAYI HAVZASINDA (ELAZIĞ) ARAZİ KULLANIM ÖZELLİKLERİNİN NÜFUSUN DAĞILIŞI VE YOĞUNLUĞU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ		
Nurdane ATEŞ Prof. Dr. Zeki BOYRAZ	AZ GELİŞMİŞLİK KAVRAMINA COĞRAFİ BİR BAKIŞ		
Arş. Gör. Tuba Nur OLGÜN	İZMİR LEVANTEN KONUTLARININ YAŞAMA KÜLTÜRÜ-MEKÂN İLİŞKİSİ BAĞLAMINDA İRDELENMESİ		
Tülgen TANMAN Prof. Dr. Zeki BOYRAZ	DOĞU ANADOLU BÖLGESİ'NDEKİ HAVALİMANLARININ COĞRAFİ ANALİZİ		
Dr. Öğr. Üyesi Habibe TEMİZSU	İNGİLİZ EMPERYALİZMİ VE TIBBİ ARAŞTIRMALAR		
Dr. Mariam S. OLSSON Homayun FURMOLLY Dr. Ahmad Sharif FAKHER	OSMANLI İMPARATORLUĞU DÖNEMİNDE LÜBNAN		
Mahmut BAYRAMOV Hasan ABBASOV	AZERBAYCAN-TÜRKİYE İLİŞKİLERİNE YENİ BİR BAKIŞ		
Doç. Dr. Augul SALİKHOVA Doç. Dr. Dınara FARDEEVA	İLK TATAR BESTECİNİN HAYATI VE ESERLERİ - SULTAN GABAŞI		

KAŞGARLI MAHMUT-1 (A)

Tarih: 4 Mayıs 2019	Saat: 12:30 – 14:30	Oturum Başkanı	Doç. Dr. Funda OKUŞLUK
Yazar isimleri	Bildiri adı		
İclal ALKAN Prof. Dr. Nevzat BAYRI	FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ SINIF KAVRAMINA İLİŞKİN METAFORİK ALGILARI		
İclal ALKAN Prof. Dr. Nevzat BAYRI	FEN EĞİTİMİNDE OKUL DIŞI ÖĞRENME ORTAMLARI		
Ayşe BİRHANLI Ramazan GÜNDÜZ	FEN VE TEKNOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ TEKNOLOJİK PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİ VE ÖZGÜVEN DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ		
Doç. Dr. Funda OKUŞLUK	FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİNİN BELİRLENMESİ		
Doç. Dr. Funda OKUŞLUK	FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİNİN BELİRLENMESİ		
Doç. Dr. Necdet KONAN Emine AYAZ	İLKOKULLARDA GÖREV YAPAN BRANŞ VE SINIF ÖĞRETMENLERİNİN TÜKENMİŞLİK ALGI DÜZEYLERİ		
Duygu YILMAZ ALGAN Doç. Dr. Necdet KONAN	ORTAOKUL ÖĞRETMENLERİNİN YÖNETİCİ VE ÇALIŞMA ARKADAŞI DESTEĞİ ALGISI		
Selenay GÜR DEMİR Doç. Dr. Necdet KONAN	LİSE ÖĞRETMENLERİNİN YÖNETİCİ VE ÇALIŞMA ARKADAŞI DESTEĞİ ALGISI		

KAŞGARLI MAHMUT-2 (A)

Tarih: 4 Mayıs 2019	Saat: 15:00- 17:00	Oturum Başkanı	Doç. Dr. Necdet KONAN
Yazar isimleri	Bildiri adı		
Doç. Dr. Nuray KURTDEDE FİDAN Faruk YETER	ÇOCUK DERGİLERİNDE DUYARLILIK DEĞERİ		
Handan KALKAN Dr. Öğr. Üyesi Mahire ASLAN	RESMÎ ve ÖZEL ORTAOKULLARDA GÖREV YAPAN ÖĞRETMENLERİN PROAKTİF DAVRANIŞ SERGİLEME DÜZEYLERİ		
доцент Альфия Николаевна ВАЛИАХМЕТОВА Ирина КОЛПАКОВА	ВЛИЯНИЕ ГУМАНИСТИЧЕСКИХ ИДЕЙ ДЖАДИДИЗМА НА СТАНОВЛЕНИЕ ТАТАРСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО МУЗЫКАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (Исторический аспект)		
Dr. Öğr. Üyesi Battal GÖLDAĞ	MESLEK YÜKSEKOKULUNDA ÖĞRENİM GÖREN ÖĞRENCİLERİNİN ALGILADIKLARI SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ		
Doç. Dr. Necdet KONAN Hakan TAKGÜN Fevzi KIRIK Bülent ÇETİNKAYA	ÖĞRETMENLERİN ÇOKLU ZEKÂ ALANLARI		
Doç. Dr. Necdet KONAN Mustafa CİCİK	İLKOKUL ÖĞRETMENLERİNİN ÖRGÜTSEL AFFEDİCİLİK DÜZEYLERİ		
Doç. Dr. Necdet KONAN Güven YILDIRIM	İLKOKUL ÖĞRETMENLERİNİN TÜKENMİŞLİK ALGISI		

KAŞGARLI MAHMUT-3 (A)

Tarih: 4 Mayıs 2019	Saat: 17:30- 19:30	Oturum Başkanı	Doç. Dr. Necdet KONAN
Yazar isimleri	Bildiri adı		
VAHAP ARIKAN DOÇ. DR. NECDET KONAN	İLKOKUL VE ORTAOKUL YÖNETİCİLERİNİN KAYNAK SAĞLAMADA KARŞILAŞTIKLARI SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ		
ZEHRA ASLAN DOÇ. DR. NECDET KONAN	ORTAOKUL ÖĞRETMENLERİNİN ÇEVREYE DUYARLILIK ALGISI		
YELİZ GÜNEY DOÇ. DR. NECDET KONAN	HALK EĞİTİMİ MERKEZLERİNDE ÇALIŞAN USTA ÖĞRETİCİLERİN MESLEKİ DOYUMU ALGISI		
ERHAN EKİCİ DOÇ. DR. NECDET KONAN	ORTAOKUL ÖĞRETMENLERİNİN SOSYAL ADALET ALGISI		
ALİ ASLANYÜREK DUYGU KAYHAN DOÇ. DR. NECDET KONAN	REHBERLİK VE ARAŞTIRMA MERKEZLERİNDE YAŞANAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ		
Derya GÜNAY Doç. Dr. Necdet KONAN Bekir KARACA	İLKOKUL VE LİSE ÖĞRETMENLERİNİN YENİLİKÇİ DAVRANIŞ ALGISI		
Hatice ASLAN Doç. Dr. Necdet KONAN	İLKOKUL ÖĞRETMENLERİNİN YÖNETİCİ VE ÇALIŞMA ARKADAŞI DESTEĞİ ALGISI		
Doç. Dr. Augul SALİKHOVA Doç. Dr. Dınara FARDEEVA Elvira NURLANOVA	SULTAN GABAŞI: İLK TATAR BESTECİNİN HAYATI VE ESERLERİ		
Öğr. Gör. Dr. Murat CANPOLAT	ÜSTÜN YETENEKLİ ÇOCUKLARA DİJİTAL EBEVEYN OLMA: BİR OLGUBİLİM ÇALIŞMASI		
Öğr. Gör. Dr. Murat CANPOLAT	FAL BAKTIRMA: BİR OLGU BİLİM ÇALIŞMASI		

ADLİ BİLİMLER (B)

Tarih: 4 Mayıs 2019	Saat: 09:30- 12:00	Oturum Başkanı	Dr. Aslıhan KAYIK AYDINALP
Yazar isimleri	Bildiri adı		
Dr. Barış DUMAN	İNŞAAT SEKTÖRÜNDEKİ İŞ KAZALARINDA SOSYAL GÜVENLİK KURUMUNUN RÜCU DAVASINA GENEL BAKIŞ		
Dr. Mariam S. OLSSON London School of Economics Homayun FURMOLLY Kabul State University Dr. Ahmad Sharif FAKHER King Abdulaziz University	BEIRUT AND LEBANON DURING THE OTTOMAN EMPIRE		
Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan KAYIK AYDINALP	İŞÇİLERİN KİŞİSEL VERİLERİNİN KORUNMASI		
Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan KAYIK AYDINALP	SİGORTALILIK SÜRELERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ		
Dr. Öğr. Üyesi Murat Buğra TAHTALI	TÜRK HUKUKUNDA OLAĞANÜSTÜ HAL KANUN HÜKMÜNDE KARARNAMELERİYLE KAMU GÖREVİNDEN İHRAÇ EDİLEN KAMU PERSONELİNİN AKLANMA SONRASINDA GÖREVE İADELERİ SORUNU		
Arş. Gör. Nazlı ÇOBAN	İŞÇİ SENDİKASI ÜYELİĞİNİN ÜYE OLUNAN SENDİKAYA KARŞI ÜYELİĞİN KAZANILMASI SIRASINDA KORUNMASI		
Elif POLAT	ÖLÜNCEYE KADAR BAKMA SÖZLEŞMESİ ÜZERİNDE ÜÇÜNCÜ KİŞİLERİN HAKLARI		
Mikail YUSIFOV Ahmad S. FAKHIR Muhyeddin ASKAROV	ÖZERK CUMHURİYETLERDE MECLİS BAŞKANLARININ YETKİLERİ: NAHÇIVAN ÖRNEĞİ		
Irina KOLPAKOVA Irina KONSALIDZE	MILITARY COURTS AND JUDGES STATUS		
Av.Dr. Sibel AKŞAHİN POLAT	TÜRKİYE' NİN 1951 TARİHLİ BİRLEŞMİŞ MİLLETLER MÜLTECİLERİN HUKUKİ STATÜSÜNE İLİŞKİN CENEVRE SÖZLEŞMESİ'NE TARAFLIĞI		
Mahmut BAYRAMOV Hasan ABBASOV	AZERBAIJAN-TÜRKİYE İLİŞKİLERİNE YENİ BİR İVME		
Doç. Dr. Augul SALİKHOVA Doç. Dr. Dınara FARDEEVA	İLK TATAR BESTECİNİN HAYATI VE ESERLERİ - SULTAN GABAŞI		

ISPEC-1 (B)

Tarih: 4 Mayıs 2019	Saat: 12:00- 14:15	Oturum Başkanı	Dr. Öğr. Üyesi Menderes ÇENET
Yazar isimleri	Bildiri adı		
Dr. Öğr. Üyesi Faruk KARDAŞ	IN VİTRO ANTİMİCROBIAL AND SYNTHESIS EVALUATION OF SOME NEW 3-ALKYL(ARYL)-4-(2-PHENYLACETOXY-3-ETHOXYBENZYLIDENAMINO)-4,5-DIHYDRO-1H-1,2,4-TRIAZOL-5-ONE COMPOUNDS		
Doç. Dr. Funda OKUŞLUK Öğr. Gör. Dr. Onur ÖZGÜL	ZEA MAYS İLE NANO BOYUTTA TiO 2 SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU		
Öğr. Gör. Nilgün KIZILKAYA Arş. Gör. Engin ÖZDEMİR Dr. Öğr. Üyesi Didem EREN SARICI	MADENSEL VE ENDÜSTRİYEL ATIKLARIN GAZBETON ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNE GENEL BİR BAKIŞ		
Arş. Gör. Engin ÖZDEMİR Öğr. Gör. Nilgün KIZILKAYA Dr. Öğr. Üyesi Didem EREN SARICI	MALATYA'NIN DEPREM OLUŞTURMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ		
Erkan BAHÇE, Ender EMİR Cebirail ÖLMEZ	CoCrMo ALAŞIMININ TORNALANMASINDA MEYDANA GELEN TAKIM AŞINMALARININ VE TALAŞ TIPLERİNİN İNCELENMESİ		

Dr. Öğr. Üyesi Erkan BAHÇE Cebrail ÖLMEZ, Ö.Ceren AKBAY	HAP KAPLANMIŞ MATKAP İLE KEMİK DELİNMESİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ
Eray SARIGÜL, Erkan BAHÇE Ender EMİR	Ti6Al4V ALAŞIMININ SIFIR ALTI ISIL İŞLEM İLE TORNALANMASININ TAKIM AŞINMASINA VE YÜZEY KALİTESİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Menderes ÇENET	Honey Samples of Malatya with Respect to the Palynological and Physicochemical Properties
Ayşe Şebnem ERENLER	Rekombinant Pseudomonas aeruginosa Kaynaklı Kapsüler Polisakkarit Üretimi
Doç. Dr. Çiğdem SARICI ÖZDEMİR Muhammed ONAY	BOYA GİDERİM KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ
Doç. Dr. Çiğdem SARICI ÖZDEMİR Kübra KARADAŞ	FISTIK KABUĞUNDAN ELDE EDİLEN FOTOKATALİZÖRLERİN YÜZEY ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Bilge Hatun AY Sima POUYA	Okul Bahçelerindeki Çocuk Oyun Alanı Tasarımlarının Değerlendirmesi
Bilge Hatun AY Ayşe Gülan ÇELEBİ Aysun TUNA	Enerji Etkin Peyzaj Tasarım Yaklaşımları İle Kentsel Donatı Elemanları

ISPEC-2 (B)

Tarih: 4 Mayıs 2019	Saat: 14:30- 17:00	Oturum Başkanı	Dr. H.Turan AKKOYUN
Yazar isimleri	Bildiri adı		
Sima POUYA Sahar POUYA	GREEN INFRASTRUCTURE AS A SOLUTION FOR URBAN WATER QUALITY AND STORM WATER MANAGEMENT		
Sima POUYA	DETERMINATION OF USER SATISFACTION IN DESIGNED LANDSCAPE ARCHITECTURE PROJECTS		
Nazire Sinem SARNILIOĞLU Sima POUYA	DOĞA EĞİTİMİ İÇİN OKUL BAHÇELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ		
Öğr. Gör. Çiğdem CEYLAN Prof. Dr. Mehmet ÖNAL	MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ BATTALGAZİ (MALATYA) KAMPÜS ALANI ALÜVYONLARINA AİT SEDİMANLARIN ESKİ AKINTI YÖNÜ, DOKUSAL ÖZELLİKLERİ VE DEPOLANMA ORTAMLARININ BELİRLENMESİ		
Muhammet Fatih AKKAMIŞ Mehmet Cihat ÖZGENEL	MİKRO ŞEBEKELERDE HİYERARŞİK KONTROL		
Derya KARAMAN Erkan BAHÇE	KALÇA PROTEZ AŞINMA SİMÜLATÖRÜNÜN TASARIMI VE ÜRETİMİ		
Serkan YASAKCI Derya KARAMAN, Erkan BAHÇE	FARKLI ELYAF YÖNLENDİRMELİ CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİMER KOMPOZİTLERDE DELAMİNASYONUN İNCELENMESİ		
Dr. Murat CAN Dr. Serdar KOLUAÇIK Dr. Öğr. Üyesi Erkan BAHÇE Akif OYMAK	KEMİK KIRIKLARININ TEDAVİSİNDE KULLANILAN LCP PLAKLARINDA KİLİTLİ VE KİLİTSİZ VİDALARIN KULLANIMI VE FARKLI VİDA AÇILARININ PLAĞIN MEKANİK DAYANIMINA ETKİSİ		
Dr.Öğr. Üyesi H.Turan AKKOYUN	THE EFFECT OF QUERCETIN ON THE LUNG FATTY ACID COMPONENTS OF CARBON TETRACHLORIDE (CCl4) EXPOSED RATS		
Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN	XANTHINE OXIDASE INHIBITORY ACTIVITY OF WATER AND ETHANOL EXTRACTS OF CRATAEGUS MEYERI POJARK LEAF		
Arş. Gör. Gürcan KAMACI Doç. Dr. Filiz ÖZGEN Arş. Gör. Erman ÇELİK Muhammet Oğuzhan YILMAZ	TEK KATMANLI FREN DİSKİ TERMAL PARAMETRELERİNİN DİSK GEOMETRİSİ İLE DEĞİŞİMİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ		

ISPEC-3

Tarih: 4 Mayıs 2019	Saat: 17:15 – 19:30	Oturum Başkanı	Doç. Dr. Serkan SAYIN
Yazar isimleri	Bildiri adı		
Nurhayat ÖZDEMİR Kadir KERDİĞE	Karanfil (SYZYGIUM AROMATICUM) Bitkisinde GC-MS ile Tayini Yapılan Bazı Uçucu Bileşenlerin Gıda ve Sağlıkta Kullanım Alanları		
Doç. Dr. Serkan SAYIN	YENİ HİDROKSİKİNOLİN SUBSTİTUTE p-ter- BUTİL KALİKS[4]AREN TÜREVİNİN OPTİKSEL VE ELEKTROKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ		
Dr. Pelin DEMİR Doç. Dr. Osman İrfan İLHAK Prof. Dr. Gülsüm ÖKSÜZTEPE	MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEMENİN TULUM PEYNİRİNİN KİMYASAL ve DUYUSAL KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ		
Lütfiye KADIOĞLU DALKILIÇ Şule İNCİ Arş. Gör Semih DALKILIÇ Prof. Dr. Sevdâ KIRBAĞ	Helvella leucomelaena (Pers.) Nannf.'İN ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN ETKİSİ		
Lütfiye KADIOĞLU DALKILIÇ Şule İNCİ Semih DALKILIÇ Sevdâ KIRBAĞ	GELENEKSEL EM'İN ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ		
Öğr. Gör. Harika Eylül ESME DURUEL Güllü KAYMAK Şeyma KIZILKAYA Nüzhet Cenk SESAL Figen Esin KAYHAN	SUCUL ORTAMDA ULTRASES UYGULANMASININ <i>Carassius auratus</i> 'un OKSİDATİF STRES PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ		
Güllü KAYMAK Harika Eylül Esmer DURUEL Şeyma KIZILKAYA Sena Kardelen DİNÇ Figen Esin KAYHAN	HERBİSİT TRİBENURON-METİL'İN ZEBRA BALIĞI (<i>Danio rerio</i>) 'NİN KAS DOKUSU ÜZERİNE ETKİLERİ		
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf TEMEL	Glutasyon S-Transferaz Enziminin Tavuk Yüreğinden Saflaştırılması ve Bazı İlaçların Enzim Aktivitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması		
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf TEMEL Mehmet ÇİFTİ	Bazı Antibiyotiklerin Japon Bildircin (Coturnix, coturnix japonica) Karaciğer Glutasyon S-Transferaz Enziminin Aktivitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması		
Dr.Öğr.Üyesi Sinan Bayındır Mehmet Çiftçi Yusuf Temel	Catalyst-free synthesis of pharmaceutically attractive thiosemicarbazone and investigation of effect on GST enzymes		
Dr.Öğr.Üyesi Sinan Bayındır	The synthesis of novel bis-aryl-substitute thiosemicarbazones		
K. Т. Шакеев, Б.А. Бегежанов, Г.А. Степаненко, С. Ш. Примбеков, А. Э. Мусаев	ЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ ГАСТРОЭНТЕРОЛОГИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ		
O.D. PILISHVILI	JOINING UNDERGRADUATE MEDICAL STUDENTS TO THE ELEMENTS OF EXPERIMENTAL SURGERY		
Л. О. Кузьмин	ИЗ ИСТОРИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О КУЛЬТУРНОМ ЛАНДШАФТЕ		

T.Жұмашева	БОЛАШАҚ ТӘРБИЕШІЛЕРДІҢ ЛИДЕРЛІК САПАСЫН АНЫҚТАУДЫҢ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ПСИХОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ ЖАЙЫНДА
Roberta TARTAGLIA	DEVELOPMENT AND USE OF AN EXPERIMENTAL SETUP FOR ANALYZING NANOPARTICLE TRAJECTORIES FOR RESEARCH ON SUBMICRON BIOLOGICAL OBJECTS

GEVHER NESİBE-1 (C)

Tarih: 4 Mayıs 2019	Saat: 09:00- 11:00	Oturum Başkanı	Dr. Mine BEKAR
Yazar isimleri	Bildiri adı		
Abdulkadir ATALAN Yasemin AYAZ ATALAN	HASTANE YÖNETİMİNDE KESİKLİ-OLAY SİMÜLASYON UYGULAMASININ ÖNEMİ		
Abdulkadir ATALAN Yasemin AYAZ ATALAN	SAĞLIK ÇALIŞAN SAYISININ OPTİMİZE EDİLMESİ: ACİL SERVİS SİMÜLASYON UYGULAMASI		
Yasemin AYAZ ATALAN Abdulkadir ATALAN	Hastane Yönetimi için Deney Tasarımının Uygulanması		
Yasemin AYAZ ATALAN Abdulkadir ATALAN	Deney Tasarımına ait Replikasyon Yönteminin Geliştirilmesi		
Arş. Gör. Gülçin NACAR Sermin TİMUR TASHAN	ANNE SÜTÜNDEKİ MİNİ MUCİZELERİN (miRNA) BEBEK SAĞLIĞI İÇİN ÖNEMİ		
Arş. Gör. Gülçin NACAR Sermin TİMUR TASHAN	BUZ DAĞININ GÖRÜNMEYEN YÜZÜ: KURTARILMIŞ ANNE ÖLÜMÜ (NEAR MISS)		
Dr.Öğr. Üyesi Mine BEKAR Gülçin NACAR Sermin TİMUR TAŞHAN	ORTA YAŞ KADINLARDA KONSEPSİYON VE KONTRASEPSİYON		
Dr. Öğr. Üyesi Mine BEKAR Arş. Gör. Gülçin NACAR Sermin TİMUR TAŞHAN	BOŞANMANIN ACIMASIZ SONUCU: EBEVEYN YABANCILAŞTIRMA SENDROMU		

GEVHER NESİBE-2 (C)

Tarih: 4 Mayıs 2019	Saat: 11:30- 13:30	Oturum Başkanı	Dr. Düriye ÖZTÜRK
Yazar isimleri	Bildiri adı		
Fahri EMRE Yusuf ERDEM Erkan Sabri ERTAŞ	THE EFFECT OF PROSTHETIC HEAD DIAMETER ON PROTRUSIO ACETABULI AFTER BİPOLAR HİP HEMIARTHROPLASTY		
Fahri EMRE	RESULTS OF SURGICALLY TREATED DISTAL RADIUS FRACTURES		
Dr. Öğr. Üyesi Günay YAPICI YAVUZ	TEMPOROMANDİBULAR EKLEM DİSFONKSİYONU NEDENİ İLE KLİNİĞİMİZE BAŞVURAN HASTALARIN RETROSPEKTİF OLARAK İNCELENMESİ		
Ayşe Şebnem ERENLER Tuba ÜNVER Nusret AKPOLAT Resit SEVİMLİ Bahar ÖZASLAN	Mikrobiyal Kondroitin Sülfatın Staphylococcus aureus üzerine Antimikrobiyal Etkisinin Araştırılması		
Dr.Öğr.Gör. Düriye ÖZTÜRK	ENDOMERTİUM KARSİNOMLU HASTALARDA SERUM LİPİD PROFİLLERİNİN RETROSPEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ		
Çağrı NEYİŞCİ Yusuf ERDEM	Çocuk Hastaların Pes Planus Deformitesinde Cerrahi Tedavi Sonuçlarımız		

Uzm. Dr. Enes ULUYARDIMCI Uzm. Dr. Şahin ÇEPNİ	LATERAL EPİKONDİLİT TEDAVİSİNDE LOKAL KORTİKOSTEROİD VE OTOLOG KAN ENJEKSİYONUNUN KISA DÖNEM SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI
Doç. Dr. Adalet KOCA KUTLU Nimet PETEK	HEMŞİRELERİN ÇATIŞMA ÇÖZME DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

GEVHER NESİBE-3 (C)

Tarih: 4 Mayıs 2019	Saat: 14:00- 16:30	Oturum Başkanı	Dr. Mahir TAYFUR
Yazar isimleri	Bildiri adı		
DR. ÖĞR. ÜYESİ Mahir TAYFUR	BÜYÜK BOYUTLU BRANKİYAL KLEFT KİSTİ		
Dr. Öğr. Üyesi Gözde ATİLA USLU	İNDOMETAZİN KAYNAKLI BÖBREK HASARINDA NARİNJİNİN KORUYUCU ETKİLERİ		
Dr.Öğr. Üyesi Hamit USLU EBRU BARDAŞ	Deneyssel Tip I Diyabette Alfa Lipoik Asit ve C Vitamininin Antioksidan Etkileri		
Öğr. Gör. Dr. Perihan GÜRBÜZ	ENDOKRİN BOZUCU KİMYASALLARIN PUBERTE ÜZERİNE ETKİSİ		
Öğr. Gör. Dr. Perihan GÜRBÜZ	DİYABETİK NÖROPATİDE ETKİNLİĞİ ÇALIŞILAN BİTKİLER İLE İLGİLİ TÜRKİYE'DE YAPILAN ARAŞTIRMALARA		
Dr. Öğr. Üyesi Seda UĞRAŞ Çağrı OZDENKI Oğuz OZCELİK	Comparatively Evaluation of Body Composition Using Various Methods in Sedentary Young Females		
Dr. Öğr. Üyesi Seda UĞRAŞ Oğuz ÖZÇELİK	Aerobik Yürüme Egzersizine bağlı Metabolik Stresin Antrenmanlı Erkek Deneklerin NESFATİN-1 VE İRİSİN SEVİYELERİNE ETKİLERİ		
Dr.Öğr.Üyesi. Tülin GÜVEN	INVESTİGATION OF VANCOMYCIN RESISTANCE IN		

GÖKMEN	ENTEROCOCCUS SPP. ISOLATED FROM RECTAL SWAP SAMPLES OF FARM DOGS IN OSMANIYE, TURKEY
К. Т. Шакеев, Б.А. Бегежанов, Г.А. Степаненко, С. Ш. Примбеков, А. Э. Мусаев	ЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ ГАСТРОЭНТЕРОЛОГИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ
Dr. Öğr. Üyesi Oğuz EMRE Öğr. Gör. Mehmer Akif KAY Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül ULUTAŞ Arş. Gör. Ramazan İNCİ	SAVAŞ MAĞDURU SURİYELİ GÖÇMEN ÇOCUKLARIN ANKSİYETE VE DEPRESYON DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Oğuz EMRE Öğr. Gör. Burcu Çoşanay Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül ULUTAŞ	0-6 YAŞ GRUBU ÇOCUĞUNA SAHİP SURİYELİ ANNELERİN BESLENME SÜRECİ TUTUMLARININ FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ
Dr. Pınar ÇAKAN Prof Dr. Sedat YILDIZ	SAĞLIKLI ERİŞKİNLERDE KALP HIZI DEĞİŞKENLİĞİ İNDEKSLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ
Burak SEREN Prof.Dr. Hüseyin NURSOY	The Effects of Ozonated, Chlorinated, Celestite Stone-Treated, Natural Spring and Pine Resin-Treated Waters on Performance, Oxidative Stress and Carcass Parameters in Japanese Quail
Prof.Dr. Hüseyin NURSOY İhsan AKSOY	Vejetasyonun Farklı Dönemlerinde Biçilen Macar Fiği Buğday Karışımının Besin Madde Kompozisyonu, Rumende Yıkılım Özellikleri, in vitro Sindirilebilirlik ve Rölatif Yem Değerinin Belirlenmesi
Л. О. Кузьмин	ИЗ ИСТОРИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О КУЛЬТУРНОМ ЛАНДШАФТЕ
Т.Жұмашева	БОЛАШАҚ ТӘРБИЕШІЛЕРДІҢ ЛИДЕРЛІК САПАСЫН АНЫҚТАУДЫҢ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ПСИХОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ ЖАЙЫНДА
Roberta TARTAGLIA	DEVELOPMENT AND USE OF AN EXPERIMENTAL SETUP FOR ANALYZING NANOPARTICLE TRAJECTORIES FOR RESEARCH ON SUBMICRON BIOLOGICAL OBJECTS
O.D. PILISHVILI	JOINING UNDERGRADUATE MEDICAL STUDENTS TO THE ELEMENTS OF EXPERIMENTAL SURGERY

POSTER SUNUM

Uğur ERGÜN Gülhan ZORGÖR UÇDU Elif Nur AVŞAR Merve Nur AK Ahmet ÜRK Burak ALP	NADİR GÖRÜLEN BİR HİPERGLİSEMİ NEDENİ: LATENT OTOİMMUN ERİŞKİN DİYABETİ
--	---

İÇİNDEKİLER

KONGRE KÜNYESİ	i
BİLİM KURULU	ii
KONGRE PROGRAMI	iii
FOTOĞRAF GALERİSİ	iv
İÇİNDEKİLER	v
Yazar & Konu	No
IN VITRO ANTIMICROBIAL AND SYNTHESIS EVALUATION OF SOME NEW 3-ALKYL(ARYL)-4-(2-PHENYLACETOXY-3-ETHOXYBENZYLIDENAMINO)-4,5-DIHYDRO-1H-1,2,4-TRIAZOL-5-ONE COMPOUNDS FARUK KARDAŞ	1-19
MADENSEL VE ENDÜSTRİYEL ATIKLARIN GAZ BETON ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNE GENEL BİR BAKIŞ İLGÜN KIZILKAYA & ENGİN ÖZDEMİR & DIDEM EREN SARICI	20-26
MALATYA'NIN DEPREM OLUŞTURMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ Engin ÖZDEMİR & Nilgün KIZILKAYA & Didem EREN SARICI	27-33
CoCrMo ALAŞIMININ TORNALANMASINDA MEYDANA GELEN TAKIM AŞINMALARININ VE TALAŞ TIPLERİNİN İNCELENMESİ ERKAN BAHÇE & ENDER EMİR & CEBRAİL ÖLMEZ	34-40
HAP KAPLANMIŞ MATKAP İLE KEMİK DELİNMESİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ ERKAN BAHÇE & CEBRAİL ÖLMEZ & Ö. CEREN AKBAY	41-49
Ti6Al4V ALAŞIMININ SIFIR ALTI ISIL İŞLEM İLE TORNALANMASININ YÜZEY KALİTESİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI ERKAN BAHÇE & ERAY SARIGÜL & ENDER EMİR	50-55
REKOMBİNANT <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i> KAYNAKLI KAPSÜLER POLISAKKARİT ÜRETİMİ AYŞE SEBNEM ERENLER	56-59
BOYA GİDERİM KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ ÇİĞDEM SARICI ÖZDEMİR & MUHAMMED ONAY	60-63
FISTIK KABUĞUNDAN ELDE EDİLEN FOTOKATALİZÖRLERİN YÜZEY ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ ÇİĞDEM SARICI ÖZDEMİR & KÜBRA KARADAŞ & MUHAMMED ONAY	64-67
OKUL BAHÇELERİNDEKİ ÇOCUK OYUN ALANI TASARIMLARININ DEĞERLENDİRMESİ BİLGE HATUN AY & SIMA POUYA	68-79
ENERJİ ETKİN PEYZAJ TASARIM YAKLAŞIMLARI İLE KENTSEL DONATI ELEMANLARI AYŞE GÜLEN ÇELEBİ & BİLGE HATUN AY & AYSUN TUNA	80-91
MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ BATTALGAZİ (MALATYA) KAMPÜS ALANI ALÜVYONLARINA AİT SEDİMANLARIN ESKİ AKINTI YÖNÜ, DOKUSAL ÖZELLİKLERİ VE DEPOLANMA ORTAMLARININ BELİRLENMESİ ÇİĞDEM CEYLAN & MEHMET ÖNAL	92-99
MİKRO ŞEBEKELERDE HİYERARŞİK KONTROL Mehmet Fatih AKKAMIŞ & Mehmet Cihat ÖZGENEL	100-107
KALÇA PROTEZ AŞINMA SİMÜLATÖRÜNÜN TASARIMI VE ÜRETİMİ Derya KARAMAN & Erkan BAHÇE	108-113
FARKLI ELYAF YÖNLENDİRMELİ CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİMER KOMPOZİTLERDE DELAMİNASYONUN İNCELENMESİ ERKAN BAHÇE & SERKAN YASAKCI & DERYA KARAMAN	114-124

KEMİK KIRIKLARININ TEDAVİSİNDE KULLANILAN LCP PLAKLARINDA KİLİTLİ VE KİLİTSİZ VİDALARIN KULLANIMI VE FARKLI VİDA AÇILARININ PLAĞIN MEKANİK DAYANIMINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	125-132
DR. MURAT CAN& DR. SERDAR KOLUAÇIK& DR. ÖGR. ÜYESİ ERKAN BAHÇE& MEHMET AKİF OYMAK	
THE EFFECT OF QUERCETINE ON THE LUNG FATTY ACID COMPONENTS OF CARBON TETRACLORIDE (CCl ₄) EXPOSED RATS	133-136
H. TURAN AKKOYUN	
XANTHINE OXIDASE INHIBITORY ACTIVITY OF WATER AND ETHANOL EXTRACTS OF <i>CRATAEGUS MEYER/POJARK</i> LEAVES	137-140
Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN	
TEK KATMANLI FREN DİSKİ TERMAL PARAMETRELERİNİN DİSK GEOMETRİSİ İLE DEĞİŞİMİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ	141-147
FİLİZ ÖZGEN & Erman ÇELİK& Gürcan KAMACI & Muhammet Oğuzhan YILMAZ	
SUCUL ORTAMDA ULTRASES UYGULANMASININ <i>Carassius auratus'un</i> OKSİDATİF STRES PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ	148-154
HARIKA EYLÜL ESER DURUEL & GÜLLÜ KAYMAK& ŞEYMA KIZILKAYA&NÜZHET CENK SESAL & FIGEN ESİN KAYHAN	
HERBİSİT TRİBENURON-METİL'İN ZEBRA BALIĞI (<i>Danio rerio</i>)'NİN KAS DOKUSU ÜZERİNE ETKİLERİ	155-166
GÜLLÜ KAYMAK & HARIKA EYLÜL ESER DURUEL & ŞEYMA KIZILKAYA & SENA KARDELEN DİNÇ & FIGEN ESİN KAYHAN	
BAZI ANTİBİYOTİKLERİN JAPON BILDİRCİN (<i>COTURNIX, COTURNIX JAPONICA</i>) KARACİĞER GLUTATYON S-TRANSFERAZ ENZİMİNİN AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI	167-171
YUSUF TEMEL & MEHMET ÇİFTÇİ	
THE SYNTHESIS OF NEW BISARYL-SUBSTITUTE THIOSEMICARBAZONES	172-177
SINAN BAYINDIR	
CATALYST-FREE SYNTHESIS OF PHARMACEUTICALLY ATTRACTIVE THIOSEMICARBAZONE AND INVESTIGATION OF EFFECT ON GST ENZYMES	178-183
YUSUF TEMEL & MEHMET ÇİFTÇİ & SINAN BAYINDIR	

IN VITRO ANTIMICROBIAL AND SYNTHESIS EVALUATION OF SOME NEW 3-ALKYL(ARYL)-4-(2-PHENYLACETOXY-3-ETHOXYBENZYLIDENAMINO)-4,5-DIHYDRO-1H-1,2,4-TRIAZOL-5-ONE COMPOUNDS

FARUK KARDAŞ

Erzincan University, Education Faculty, Erzincan – Turkey

Abstract:

In this study, In the present study 3-Alkyl(aryl)-4- amino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ones(1) reacted with 3-ethoxy -2-(4-phenylacetoxy)- benzaldehyde (2) to afford 3-alkyl(aryl)-4-[2-phenylacetoxy -4-(2-methoxybenzoxy)-benzylidenamino]-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-ones (3).(3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-ones (**4a,4b,ad,4e, 4f, 4g ,4h,4i**) reacted with acetic anhydride to afford corresponding 1-acetyl-3-alkyl(aryl)-4-[2-phenylacetoxy-4-(3-ethoxybenzylidenamino)]-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-ones (**5a,5b,5c,5d,5e,5g**) The newly synthesized compounds were spectral data obtained. IR, ¹H-NMR, ¹³C-NMR,MS, UV- Vis and Elemental analyses spectral data. The antimicrobial activity of these compounds was also screened against bacteria and yeast. Compounds **4e, 5a and 5d** were showed best activity for iron binding. The synthesized compounds were tested for their antimicrobial activity against bacterial (Gram negative and Gram positive) strains The synthetic compounds showed different inhibition zones against tested bacterial strains All compounds showed significant antiproliferative activity against. Moreover, antibacterial activity of these seven new compounds and eight recently reported 3-Alkyl(aryl)-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-ones (**4a-i**) were screened agaist seven bacteria such as *Bacillus subtilis*, *Yersinia enterocolitca*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pasterulla multcida* and *Klebsiella pneumoniae*.. In detail Gram positive was resistant to all prepared compounds, whereas, Gram negative was sensitive to all compounds especially. The most susceptible Gram-positive bacteria was B. cereus,while the most susceptible Gram-negative bacteria was K. pneumoniae.

Keywords: Schiff base; *In-vitro*; bacteria and yeast; Antimicrobial agents.

ÖZET

Bu çalışmada, mevcut çalışmada 3-alkil (aril) -4-amino) -4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-on (1) 3-etoksi -2- (4-fenilasetoksi) -benzaldehyd (2) ile reaksiyona sokuldu. 3-alkyl(aryl)-4- [2-fenilasetoksi -4- (2-metoksibenzoksi) -benzilidenamino] -4,5-dihidro-1H-1, 2,4-triazol-5-onları (3) elde etmek üzere saflaştırılmıştır. 3-ethoxybenzylidenamino) -4,5-dihidro-1 H-1,2,4-triazol-5-onların (4a, 4b, ad, 4e, 4f, 4g, 4h, 4i) asetik anhidrid ile reaksiyona sokularak, asetil-3-alkil (aril) -4- [2-fenilasetoksi-4- (3-etoksibenzilidenamino)] - 4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-on (5a, 5b, 5c , 5d, 5e, 5g) Yeni sentezlenen bileşikler elde edilen spektrum verileri idi. IR, 1H-NMR, 13C-NMR, MS, UV-Vis ve Elemental spektral verileri analiz eder. Bu bileşiklerin antimikrobiyal aktivitesi de bakterilere ve mayaya karşı tarandı. Bileşikler 4e, 5a ve 5d demir bağlanması için en iyi aktiviteyi gösterdi. Sentezlenen bileşikler, bakteriyel (Gram negatif ve Gram pozitif) suşlara karşı antimikrobiyal aktiviteleri için test edildi. Sentetik bileşikler, test edilen bakteri suşlarına karşı farklı inhibisyon zonları gösterdi. Bütün bileşikler, karşı önemli antiproliferatif aktivite gösterdi. Ayrıca, yedi yeni bileşiğin ve son zamanlarda bildirilen 3-Alkil (aril) -4- (2-fenilasetoksi-3-etoksibenzilidenamino) -4,5-dihidro-1H-1, 2,4-triazol-5- (4a-i), *Bacillus subtilis*, *Yersinia enterocolitca*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pasterulla multcida* ve *Klebsiella pneumoniae* gibi yedi bakteri gözlemlendi. Ayrıntılı olarak, Gram pozitif tüm hazır bileşiklere dirençli iken, Gram negatif özellikle tüm bileşiklere karşı duyarlıydı. En duyarlı Gram pozitif bakteriler B. cereus iken en duyarlı Gram-negatif bakteriler K. pneumoniae idi.

Anahtar Kelimeler: Schiff Bazı; In-Vitro; Bakteri Ve Maya; Antimikrobiyal Ajanlar.

1.Introduction: 1,2,4-Triazole and 4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one derivatives are reported to possess a broad spectrum of biological activities¹⁻². In addition, several articles reporting the synthesis of some *N*-arylidenamino-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one derivatives have been published^{7, 8-10, 13}. The acetylation of 4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one derivatives have also been reported¹²⁻¹⁴.

Gram-negative is a genus of opportunistic pathogens in the proteo-bacteria group, species of which are distributed in widespread, diverse habitats. These bacteria are widely distributed in hospitals, where they pose the danger of transferring resistance to other hospital-inhabiting bacteria. They are found in soil, water, and in living organisms, where they may or may not be pathogenic. They can use a varied selection of organic materials as sources of carbon. Gram-negative are very resistant to antibiotics compared to gram positive and are difficult to differentiate between species when isolated from patients (1,8).

The resistance of infective bacteria to present antibiotics demands developing research assigned to the discovery of new drugs in the antibacterial drug field. A wide variety of heterocyclic systems have been utilized for designing pharmaceutically active molecules.

The 1,2,4-triazole nucleus is found in many drug structures such as anastrozole, estazolam, ribavirin, and triazolam. In addition, these compounds show antiseptic, analgesic and anticonvulsant properties (2-6). Moreover, sulfur-containing heterocycles represent an important group of sulfur compounds that are promising for use in practical applications. Among these heterocycles, thione-substituted 1,2,4-triazole ring systems have been well studied and so far a variety of biological activities have been reported for a large number of their derivatives, such as antibacterial (7,9), antifungal (10,11), antitubercular (12), antimycobacterial (13), anticancer (14,15), urease inhibition and antioxidant (16-18), diuretic (19), hypoglycemic (20), antiproliferative (21), anti-HIV (22) and anti-inflammatory (23,24) properties. On the other hand, Schiff bases containing azomethine group attract much interest due to their synthetic availability along with antibacterial (25-27) and antitumor (28) properties.

Therefore, it is interesting to report the synthesis of a new series of compounds in which the triazole ring has been used as carrier for the Schiff base moieties. In our previous work (29), we reported the coupling effect of thione-substituted 1,2,4-triazole nuclei to monosaccharide units on their antiproliferative activity, whereas in the present, we report the effect of adding the imine group to the nucleus on their antimicrobial

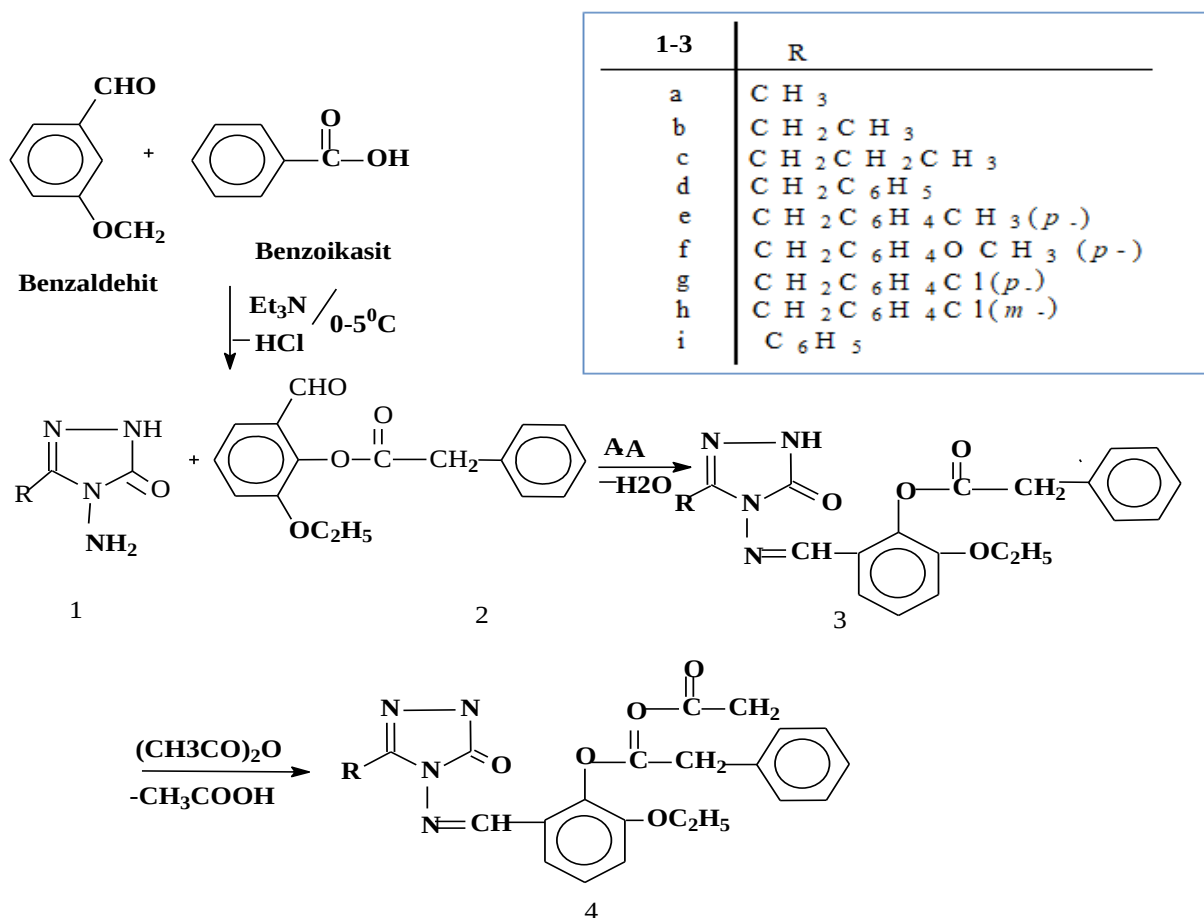


Figure1: Synthesis route of compounds 2, 3 and 4

2. Material And Methods

Experimental

Chemical reagents and all solvents used in this study were purchased from Merck AG, Aldrich and Fluka. The starting materials **3a-i** were prepared from the reactions of the corresponding ester ethoxycarbonylhydrazones **2a-i** with an aqueous solution of hydrazine hydrate as described in the literature^{14, 19}. Melting points were determined in open glass capillaries using an Electrothermal digital melting point apparatus and are uncorrected. The IR spectra were obtained on a ALPHA-P BRUKER FT-IR spectrometer. ¹H and ¹³C NMR spectra were recorded in deuterated dimethyl sulfoxide with TMS as internal standard using a Varian Mercury spectrometer at 400 MHz and 100 MHz, respectively. UV absorption spectra were measured in 10 mm quartz cells between 200 and 400 nm using a PG Instruments Ltd T80 UV/VIS spectrometer. Extinction coefficients (ϵ) are expressed in L·mol⁻¹·cm⁻¹. Elemental analyses were carried out on an Leco 932 Elemental Combustion System (CHNS-O) for C, H, and N.

2.1. Procedure for the synthesis of 3-ethoxy-2-(4-phenylacetoxy)- benzaldehyde (2)

3-Ethoxysalicylaldehyde (0.01 mol) dissolved in ethyl acetate (100 mL) was treated with phenylacetyl chloride (0.01 mol), and to this solution was added triethylamine (0.01 mol) slowly with stirring at 0-5 °C. Stirring was continued for 2 h; then the mixture was refluxed for 3 h and filtered. The filtrate was evaporated in vacuo and the crude product was washed with water and recrystallized from ethanol to afford compound **1**, Yield 5.67 g, (% 92.57). mp 137 °C; ir (KBr) (ν , cm⁻¹): CHO 2886 and 2749; C=O 1764, 1695; COO 1247. UV $\lambda_{\max}$ (ϵ): 294 (14587), 260 (12143), 230 (19261) nm. The corresponding compound **3** (0.01 mol) was dissolved in acetic acid (15 mL) and treated with 2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzaldehyde **1** (0.01 mol). The mixture was refluxed for 1.5 h and then evaporated at 50-55 °C in vacuo. Several recrystallizations of the residue from AcOH-H₂O (1:3) gave pure compounds 3-Alkyl(aryl)-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one **4** as colorless crystals.

2.2. General procedure for the synthesis of compounds ;

3-alkyl(aryl)-4-[2- phenylacetoxy -4-(2-methoxybenzoxy)-benzylidenamino]-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-ones (**3**).

The corresponding compound **1** (0.01 mol) was dissolved in acetic acid (30 mL) and treated with 3-ethoxy-2-(4-phenylacetoxy)- benzaldehyde

(**2**) (0.01 mol). The mixture was refluxed for 2 h and then evaporated at 50-55 °C in vacuo. Several recrystallizations of the residue from acetic acid-water gave pure compounds (**3**) as colorless crystals.

2.2.1.3-Methyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one (**4a**)

Yield 3.70 g (97.37%). mp. 180 °C. ir (KBr): NH 3170; C=O 1705; C=N 1610; COO 1250 cm⁻¹; 781 and 689 (monosubstituted benzenoid ring). ¹H nmr (DMSO-d₆): δ 1.23 (t, 3H, OCH₂CH₃, J =6.96 Hz), 2.35 (s, 3H, CH₃), 3.95 (q, 2H, OCH₂), 3.98 (s, 2H, CH₂), 7.03 (d, 1H, Ar-H, J =7.80 Hz), 7.20 (t, 1H, Ar-H, J =8.08 Hz), 7.25-7.36 (m, 3H, Ar-H), 7.44 (d, 2H, Ar-H, J =7.36 Hz), 7.55 (t, 1H, Ar-H, J =7.96 Hz), 9.93 (s, 1H, N=CH), 10.69 (s, 1H, NH). ¹³C nmr (DMSO-d₆): δ 11.50 (CH₃), 34.58 (OCH₂CH₃), 40.82 (CH₂Ph), 66.55 (OCH₂CH₃), 115.59 (arom-C), 117.64 (arom-C), 126.56 (arom-C), 127.47 (arom-C), 128.61 (2C), 129.62 (2C), 133.46 (arom-C), 140.34 (arom-C), 150.96 (arom-C), 145.68 (triazole C₃), 149.62 (N=CH), 152.16 (triazole C₅), 169.37 (COO). UV $\lambda_{\max}$ (ϵ): 294 (14587), 260 (12143), 230 (19261) nm.

2.2.2. 3-Ethyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one (**4b**)

Yield 3.92 g (99.40%). mp. 154 °C. ir (KBr): NH 3169; C=O 1770, 1703; C=N 1575; COO 1273 cm⁻¹; 771 and 695 (monosubstituted benzenoid ring). ¹H nmr (DMSO-d₆): δ 1.24 (t, 3H, OCH₂CH₃, J =6.95 Hz), 1.32 (t, 3H, CH₃, J =7.68 Hz), 2.76 (t, 2H, CH₂, J =7.68 Hz), 3.98 (q, 2H, OCH₃, J =7.32 Hz), 3.99 (s, 2H, COCH₂Ph), 7.00 (d, 1H, J =7.08 Hz, Ar-H), 7.20-7.37 (m, 4H, Ar-H), 7.44-7.46 (d, 2H, Ar-H, J =7.24 Hz), 7.55-7.57 (m, 1H, Ar-H), 9.93 (s, 1H, N=CH), 10.20 (s, 1H, NH). ¹³C nmr (DMSO-d₆): δ 10.44 (CH₂CH₃), 14.78 (OCH₂CH₃), 19.41 (CH₂CH₃), 41.05 (CH₂Ph), 64.75 (OCH₂CH₃), 115.74 (arom-C), 117.75 (arom-C), 126.77 (2C), 127.45 (arom-C), 128.83 (2C), 129.82 (2C), 133.63 (arom-C), 140.56 (arom-C), 151.16 (arom-C), 149.68 (triazole C₃), 149.68 (N=CH), 152.42 (triazole C₅), 169.57 (COO). UV $\lambda_{\max}$ (ϵ): 296 (18115), 232 (20779), 222 (19167) nm.

2.2.3. 3-*n*-Propyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (4c)

Yield 3.96 g (97.10%). mp. 142 °C. ir (KBr): NH 3169; C=O 1770, 1704; C=N 1574; COO 1273 cm⁻¹; 770 and 694 (monosubstituted benzenoid ring). ¹H nmr (DMSO-d₆): δ 1.24 (t, 3H, OCH₂CH₃, *J*=6.95 Hz), 1.02 (t, 3H, CH₃, *J*=7.32 Hz), 1.79 (sext, 2H, CH₂, *J*=7.32 Hz), 3.98 (q, 2H, OCH₂, *J*=6.95 Hz), 3.99 (s, 2H, COCH₂Ph), 2.71 (t, 2H, *J*=7.68 Hz), 7.00 (d, 1H, Ar-H, *J*=8.08 Hz), 7.20-7.30 (m, 3H, Ar-H), 7.34-7.37 (m, 2H, Ar-H), 7.45 (d, 2H, Ar-H, *J*=7.28 Hz), 7.55 (d, 1H, Ar-H, *J*=8.05 Hz), 9.93 (s, 1H, N=CH), 9.93 (s, 1H, NH). ¹³C nmr (DMSO-d₆): δ 13.73 (CH₂CH₂CH₃), 14.58 (OCH₂CH₃), 19.45 (CH₂CH₂CH₃), 27.41 (CH₂CH₂CH₃), 40.85 (CH₂Ph), 64.57 (OCH₂CH₃), 115.57 (arom-C), 117.51 (arom-C), 126.57 (arom-C), 127.24 (arom-C), 127.54 (arom-C), 128.63 (2C), 129.62 (2C), 133.43 (arom-C), 140.41 (arom-C), 149.47 (arom-C), 147.50 (triazole C₃), 148.62 (N=CH), 150.97 (triazole C₅), 169.35 (COO). UV λ_{max} (ε): 296 (12092), 228 (21469), 222 (18602) nm. Anal. Calcd. for C₂₂H₂₄N₄O₄ (408.46): C, 64.69; H, 5.92; N, 13.72. Found: C, 63.96; H, 6.02; N, 13.98.

2.2.4.3-Benzyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (4d)

Yield 4.43 g (97.10%). mp. 170 °C. ir (KBr): NH 3164; C=O 1771, 1706; C=N 1576; COO 1273 cm⁻¹; 769 and 697 (monosubstituted benzenoid ring). ¹H nmr (DMSO-d₆): δ 1.24 (t, 3H, OCH₂CH₃, *J*=6.96 Hz), 3.94-3.99 (m, 2H, OCH₂), 3.94-3.99 (m, 2H, COCH₂Ph), 4.07 (s, 2H, CH₂), 6.99 (d, 1H, Ar-H, *J*=8.24 Hz), 7.19-7.35 (m, 9H, Ar-H), 7.42 (d, 2H, Ar-H, *J*=7.24 Hz), 7.49 (d, 1H, Ar-H, *J*=8.00 Hz), 9.87 (s, 1H, N=CH), 10.16 (s, 1H, NH). ¹³C nmr (DMSO-d₆): δ 14.58 (OCH₂CH₃), 31.86 (CH₂Ph), 40.83 (COCH₂Ph), 64.57 (OCH₂CH₃), 115.62 (arom-C), 117.46 (arom-C), 126.60 (arom-C), 127.18 (arom-C), 127.24 (arom-C), 127.45 (arom-C), 128.63 (2C), 128.71 (arom-C), 128.92 (2C), 129.06 (2C), 133.40 (arom-C), 135.00 (arom-C), 140.46 (arom-C), 150.95 (arom-C), 147.65 (triazole C₃), 149.56 (N=CH), 152.02 (triazole C₅), 169.33 (COO). UV λ_{max} (ε): 296 (11229), 264 (10125), 226 (20875), 214 (20125), 198 (08042) nm.

2.2.5. 3-*p*-Methylbenzyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (4e)

Yield 4.38 g (93.16%). mp. 164 °C. ir (KBr): NH 3182; C=O 1763, 1713; C=N 1592; COO 1272 cm⁻¹; 821 cm⁻¹ (1,4-disubstituted benzenoid ring), 771 and 695 (monosubstituted benzenoid ring). ¹H nmr (DMSO-d₆): δ 1.23-1.26 (m, 3H, OCH₂CH₃), 2.29 (s, 3H, CH₃), 3.96 (m, 2H, OCH₂CH₃), 3.96 (m, 2H, COCH₂Ph), 4.02 (s, 2H, CH₂), 6.97-6.99 (m, 1H, Ar-H), 7.09-7.11 (m, 2H, Ar-H), 7.12-7.42 (m, 8H, Ar-H), 7.51-7.53 (m, 1H, Ar-H), 9.87 (s, 1H, N=CH), 10.62 (s, 1H, NH). ¹³C nmr (DMSO-d₆): δ 14.60 (OCH₂CH₃), 21.11 (PhCH₃), 31.45 (CH₂Ph), 40.85 (COCH₂Ph), 64.58 (OCH₂CH₃), 115.61 (arom-C), 117.50 (arom-C), 126.59 (arom-C), 127.24 (arom-C), 127.52 (arom-C), 128.64 (2C), 128.98 (2C), 129.41 (2C), 129.64 (2C), 131.90 (arom-C), 133.45 (arom-C), 136.78 (arom-C), 140.48 (arom-C), 150.97 (arom-C), 147.83 (triazole C₃), 149.49 (N=CH), 152.13 (triazole C₅), 169.34 (COO). UV λ_{max} (ε): 296 (12992), 264 (12289), 230 (18906), 218 (17484) nm.

2.2.6. 3-*p*-Methoxybenzyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (4f)

Yield 4.67 g (96.15%). mp. 154 °C. ir (KBr): NH 3178; C=O 1767, 1713; C=N 1575; COO 1270 cm⁻¹; 821 cm⁻¹ (1,4-disubstituted benzenoid ring), 772 and 695 (monosubstituted benzenoid ring). ¹H nmr (DMSO-d₆): δ 1.24 (t, 3H, OCH₂CH₃, *J*=8.24 Hz), 3.75 (s, 3H, CH₃), 3.97-3.99 (m, 2H, OCH₂CH₃), 3.96 (m, 2H, COCH₂Ph), 4.00 (s, 2H, CH₂), 6.84 (d, 2H, Ar-H, *J*=8.60 Hz), 6.99 (d, 1H, Ar-H, *J*=7.60 Hz), 7.20-7.27 (m, 4H, Ar-H), 7.31-7.34 (m, 2H, Ar-H), 7.42 (d, 2H, Ar-H, *J*=7.28 Hz), 7.54 (d, 1H, Ar-H, *J*=7.72 Hz), 9.87 (s, 1H, N=CH), 10.27 (s, 1H, NH). ¹³C nmr (DMSO-d₆): δ 14.59 (OCH₂CH₃), 31.01 (CH₂Ph), 40.84 (COCH₂Ph), 55.28 (OCH₃), 64.57 (OCH₂CH₃), 114.14 (2C), 115.61 (arom-C), 117.48 (arom-C), 126.60 (arom-C), 126.95 (arom-C), 127.23 (arom-C), 127.50 (arom-C), 128.63 (2C), 129.62 (2C), 130.14 (2C), 133.42 (arom-C), 140.46 (arom-C), 150.97 (arom-C), 158.72 (arom-C), 147.94 (triazole C₃), 149.52 (N=CH), 152.01 (triazole C₅), 169.33 (COO). UV λ_{max} (ε): 284 (12089), 230 (25678) nm. Anal. Calcd. for C₂₇H₂₆N₄O₅ (486.53): C, 66.66; H, 5.39; N, 11.52. Found: C, 66.02; H, 5.41; N, 11.45.

2.2.7. 3-*p*-Chlorobenzyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (4g)

Yield 4.76 g (96.96%). mp. 189 °C. ir (KBr): NH 3187; C=O 1765, 1715; C=N 1592; COO 1271 cm⁻¹; 817 cm⁻¹(1,4-disubstituted benzenoid ring), 767and709 (monosubstituted benzenoid ring). ¹H nmr (DMSO-d₆): δ 1.24 (t, 3H, OCH₂CH₃, J=6.76 Hz), 3.96-4.00 (m, 3H, Ar-H), 7.41 (d, 1H, Ar-H, J=7.28 Hz), 7.45-7.47 (d, 1H, Ar-H, J=7.84 Hz), 6.98-7.04 (m, 2H, Ar-H), 7.21-7.47 (m, 10H, Ar-H), 9.87 (s, 1H, N=CH), 10.52 (s, 1H, NH). ¹³C nmr (DMSO-d₆): δ 14.59 (OCH₂CH₃), 31.01(CH₂Ph), 40.84 (COCH₂Ph), 55.28(OCH₃),64.57 (OCH₂CH₃), 114.14 (arom-C), 115.61 (arom-C), 117.48(arom-C), 126.00 (arom-C), 126.95 (arom-C) 127.23 (arom-C), 127.50 (arom-C), 128.63 (2C), 128.92 (2C), 129.62 (2C), 130.14 (2C), 133.42 (arom-C), 140.46 (arom-C), 150.97 (arom-C), 158.72 (arom-C), 147.97 (triazole C₃), 149.52 (N=CH), 152.01 (triazole C₅), 169.33 (COO). UV λ_{max} (ε): 296 (13122), 268 (12051), 230 (23673), 216 (21796) nm. Anal. Calcd. for C₂₆H₂₃Cl N₄O₄ (490.95): C, 63.61; H, 4.72; N, 11.41. Found: C, 68.04; H, 5.25; N, 12.15.

2.2.8. 3-m-Chlorobenzyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one (4h)

Yield 4.82 g (98.30%). mp. 178 °C. ir (KBr): NH 3171; C=O 1772, 1713; C=N 1576; COO 1276 cm⁻¹; 884 and 772 cm⁻¹ (1,3-disubstituted benzenoid ring), 777 and 691 (monosubstituted benzenoid ring). ¹H nmr (DMSO-d₆): δ 1.24 (t, 3H, OCH₂CH₃, J=8.24 Hz), 3.94-3.99 (m, 2H, OCH₃), 3.96 (s, 2H, CH₂), 4.03 (s, 2H,OCH₂), 6.98-7.04 (m, 2H, Ar-H), 7.21-7.47 (m, 10H, Ar-H), 9.87 (s, 1H, N=CH), 10.40(s, 1H, NH). ¹³C nmr (DMSO-d₆): δ 14.58 (OCH₂CH₃), 31.57 (CH₂Ph), 40.82 (COCH₂Ph), 64.58 (OCH₂CH₃), 115.52 ((arom-C), 117.39 (arom-C), 126.67 (arom-C), 127.20 (arom-C), 127.26 (arom-C), 127.34 (arom-C), 128.63 (2C), 129.63 (2C),128,95(arom-C),1129,37 (arom-C).129.60 (2C), 129.93 (arom-C), 133.37 (arom-C), 134.43 (arom-C), 136.93 (arom-C), 140.50 (arom-C), 150.95 (arom-C),148.63 (triazole C₃), 149.70 (N=CH), 152.03 (triazole C₅), 169.34 (COO). UV λ_{max} (ε): 294 (06122), 214 (15854) nm.

2.2.9. 1-Acetyl-3-methyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one(5a)

Yield 2.24 g (53.01%). mp. 134 °C. ir (KBr): C=O 1768, 1715; C=N 1574; COO 1268 cm⁻¹; 772and 607 (monosubstituted benzenoid ring). ¹H nmr (DMSO-d₆): δ 1.21-1.26 (m, 3H, OCH₂CH₃), 2.40 (s, 3H, CH₃), 2.63 (s, 3H, COCH₃), 3.96-4.00 (m, 3H, OCH₃), 3.96 (s, 2H, CH₂), 7.00-7.03 (m, 2H, Ar-H), 7.19-7.29 (m, 2H, Ar-H), 7.33-7.37 (m, 2H, Ar-H), 7.43(d, 1H, Ar-H, J=7.48 Hz),7.53-7.55 (m, 1H, Ar-H), 9.18 (s, 1H, N=CH) ¹³C nmr (DMSO-d₆): δ 11.63 (CH₃)11.55 (OCH₂CH₃), 23.58 (COCH₂Ph), 40.83 (CH₂Ph), 64.59 (OCH₂CH₃), 115.99 (arom-C), 117.43 (arom-C), 126.68 (arom-C), 126.96 (arom-C), 127.28 (arom-C), 128.65(2C), 129.54 (2C), 133.29 (arom-C), 140.54 (arom-C), 150.50 (arom-C), 166.49 (COCH₃),148.37 (triazole C₃), 150.98 (N=CH), 151.45 (triazole C₅), 169.19 (COO). UV λ_{max} (ε): 296 (17827), 226 (16538), 232 (23442) nm.

2.2.10.1-Acetyl-3-ethyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one (5b)

Yield 3.73g (85.52 %). mp. 134 °C. ir (KBr): C=O 1769, 1715; C=N 1574; COO 1270 cm⁻¹; 775 and 700 (monosubstituted benzenoid ring). ¹H nmr (DMSO-d₆): δ 1.25 (t, 3H, Ar-H, J=6.92 Hz), 1.34 (q, 3H, Ar-H, J=7.52 Hz), 2.79 (q, 3H, Ar-H, J=7.48 Hz), 2.64 (s,3H,COCH₃), 3.95-4.00 (m, 3H, OCH₃), 3.97(s, 2H, CH₂), 7.02 (d, 1H, Ar-H, J=8.04 Hz),7.20-7.37 (m, 4H, Ar-H), 7.43 (d, 1H, Ar-H, J=7.48 Hz), 7.55-7.56(m, 1H, Ar-H), 9.81 (s, 1H, N=CH) ¹³C nmr (DMSO-d₆): δ 10.07(CH₂CH₃), 14.55 (OCH₂CH₃), 19.35 (CH₂CH₃), 23.60 (COCH₃), 40.82 (CH₂Ph), 64.59 (OCH₂CH₃), 115.95 (arom-C), 117.35 (arom-C), 126.68 (arom-C), 127.04 (arom-C), 127.28 (arom-C), 128.65(2C), 129.55 (2C), 133.30 (arom-C), 140.57 (arom-C), 150.99 (arom-C), 166.66 (COCH₃),148.55 (triazole C₃), 150.38 (N=CH), 151.18 (triazole C₅), 169.22 (COO). UV λ_{max} (ε): 290 (10696), 256 (09870), 228 (19826),198 (08391) nm.

2.2.11.1-Acetyl-3-n-propyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one (5c)

Yield 2.51g (55.82 %). mp. 95 °C. ir (KBr): C=O 1768, 1755; C=N 1573; COO 1270 cm⁻¹; 776 and 700 (monosubstituted benzenoid ring). ¹H nmr (DMSO-d₆): δ 1.23 (t, 3H, Ar-H, J=6.95 Hz), 1.02 (t, 3H, Ar-H, J=7.32 Hz), 1.78 (sext,3H, Ar-H, J=6.95 Hz), 2.62 (s,3H,COCH₃), 3.96-4.01 (m, 4H,OCH₂CH₃), 3.96-4.01 (m, 4H,COCH₂Ph), 2.73(t, 2H, Ar-H, J=8.04 Hz), 7.01 (d, 1H, Ar-H, J=8.05 Hz),7.20-7.36 (m, 4H, Ar-H), 7.43 (d, 1H, Ar-H, J=6.95 Hz), 7.53 (d, 1H, Ar-H, J=7.68 Hz), 9.83 (s, 1H, N=CH) ¹³C nmr (DMSO-d₆): δ 13.97 (CH₂CH₂CH₂CH₃), 14.76 (OCH₂CH₃), 19.55 (CH₂CH₂CH₃), 23.85 (COCH₃),

27.67 ($\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$), 41.03 (CH_2Ph), 64.78 (OCH_2CH_3), 116.12 (arom-C), 117.47 (arom-C), 126.92 (2C), 127.49(arom-C), 128.87 (2C), 129.76 (2C), 133.50 (arom-C), 140.76 (arom-C), 150.48 (arom-C), 166.88 (COCH_3), 148.73 (triazole C_3), 150.35 ($\text{N}=\text{CH}$), 151.17 (triazole C_5), 169.44 (COO). UV λ_{max} (ϵ): 292 (11540), 256 (11226), 232 (18952) nm.

2.2.12.1-Acetyl-3-benzyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one (5d)

Yield 4.76 g (95.54 %). mp. 123 °C. ir (KBr): C=O 1770, 1715; C=N 1574; COO 1270 cm^{-1} ; 774 and 707 (monosubstituted benzenoid ring). ^1H nmr (DMSO- d_6): δ 2.64 (s, 3H, COCH_3), 3.97 (d, 1H, Ar-H, $J=6.96$ Hz), 3.93 (s, 2H, CH_2), 4.11 (s, 2H, OCH_3), 7.01 (d, 1H, Ar-H, $J=8.00$ Hz), 7.21-7.41(m, 2H, Ar-H), 7.46 (d, 1H, Ar-H, $J=7.64$ Hz), 7.49 (d, 1H, Ar-H, $J=8.00$ Hz), 9.75 (s, 1H, $\text{N}=\text{CH}$). ^{13}C nmr (DMSO- d_6): δ 13.97 ($\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$), 14.76 (OCH_2CH_3), 19.55 ($\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$), 23.85 (COCH_3), 27.67 ($\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$), 41.03 (CH_2Ph), 64.78 (OCH_2CH_3), 116.12 (arom-C), 117.47 (arom-C), 126.92 (2C), 127.49(arom-C), 128.87 (2C), 129.76 (2C), 133.50 (arom-C), 140.76 (arom-C), 150.48 (arom-C), 166.88 (COCH_3), 148.73 (triazole C_3), 150.35 ($\text{N}=\text{CH}$), 151.17 (triazole C_5), 169.44 (COO). UV λ_{max} (ϵ): 292 (11540), 256 (11226), 232 (18952) nm.

2.2.13.1-Acetyl-3-p-Methybenzyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one (5e)

Yield 3.53 g (69.00%). mp. 143 °C ir (KBr): C=O 1769, 1717; C=N 1574; COO 1271 cm^{-1} ; 817 (1,4-disubstituted benzenoid ring), 776 and 700 (monosubstituted benzenoid ring). ^1H nmr (DMSO- d_6): δ 1.24 (t, 3H, Ar-H, $J=6.96$ Hz), 2.29 (s, 3H, CH_3), 2.63 (s, 2H, CH_2), 3.97(d, 3H, Ar-H, $J=7.00$ Hz), 3.93 (s, 2H, CH_2), 4.08 (s, 2H, CH_2), 7.02 (d, 1H, Ar-H, $J=8.16$ Hz), 7.10 (d, 1H, Ar-H, $J=7.84$ Hz), 7.21-7.34(m, 6H, Ar-H), 7.40 (d, 1H, Ar-H, $J=7.16$ Hz), 7.49 (d, 1H, Ar-H, $J=7.96$ Hz), 9.74 (s, 1H, $\text{N}=\text{CH}$). ^{13}C nmr (DMSO- d_6): δ 14.57 (OCH_2CH_3), 23.67(COCH_2), 31.48 (CH_2Ph), 40.82 (COCH_2Ph), 64.60 (OCH_2CH_3), 115.96 (arom-C), 117.28 (arom-C), 126.71 (arom-C), 127.03 (arom-C), 127.26 (arom-C), 128.65 (2C), 128.94 (2C), 129.48 (2C), 129.55 (2C), 131.03 (arom-C), 133.28 (arom-C), 137.13 (arom-C), 140.65 (arom-C), 150.34 (arom-C), 166.61 (COCH_3), 148.45 (triazole C_3), 149.27 ($\text{N}=\text{CH}$), 150.98 (triazole C_5), 169.14 (COO). UV λ_{max} (ϵ): 290 (113511), 230 (24638) nm. Anal. Calcd. for $\text{C}_{29}\text{H}_{28}\text{N}_4\text{O}_5$ (512.57): C, 67.96; H, 5.51; N, 10.93. Found: C, 67.58; H, 5.87; N, 10.73

2.2.14.1-Acetyl-3-p-Chlorobenzyl-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one (5g)

Yield 3.67 g (69.00%). mp. 138 °C. ir (KBr): C=O 1769, 1717; C=N 1574; COO 1271 cm^{-1} ; 816 (1,4-disubstituted benzenoid ring), 776 and 700 (monosubstituted benzenoid ring). ^1H nmr (DMSO- d_6): δ 1.25 (t, 3H, Ar-H, $J=6.88$ Hz), 2.64 (s, 3H, COCH_3), 3.99 (d, 3H, Ar-H, $J=6.96$ Hz), 3.94 (s, 2H, CH_2), 4.07 (s, 2H, OCH_2), 7.03 (d, 1H, Ar-H, $J=8.24$ Hz), 7.22-7.35(m, 8H, Ar-H), 7.40-7.45 (m, 3H, Ar-H), 9.75 (s, 1H, $\text{N}=\text{CH}$). ^{13}C nmr (DMSO- d_6): δ 14.55 (OCH_2CH_3), 23.65(COCH_2), 31.29 (CH_2Ph), 40.82 (COCH_2Ph), 64.62 (OCH_2CH_3), 116.09 (arom-C), 117.15 (arom-C), 126.76 (arom-C), 126.88 (arom-C), 127.28 (arom-C), 128.65 (2C), 128.97 (2C), 129.54 (2C), 130.39 (arom-C), 130.41 (arom-C), 132.53 (arom-C), 133.24 (arom-C), 133.44 (arom-C), 140.68 (arom-C), 150.68 (arom-C), 166.61 (COCH_3), 148.63 (triazole C_3), 150.43 ($\text{N}=\text{CH}$), 151.03 (triazole C_5), 169.15 (COO). UV λ_{max} (ϵ): 292 (0886), 224 (19195) nm.

2.2. Used Bacterial strains

The antibacterial activity of compounds was assayed with the method of Parekh et al. (8) with some modifications. In brief, solutions with 10 µg/µL concentrations of each compounds in DMSO (Merck) has been prepared. A loop full of defined strain was inoculated in 25 mL of Nutrient Broth medium (BBL) and was incubated for 24 h in 37 °C. Mueller Hinton Agar (MHA) (Merck) plates were prepared according to the manufacturer's recommendations by dissolving 34 g of the medium in 1000 mL of distilled water. 30 mL of autoclaved media were added into a 10 cm plate. Inoculation of each strain was done by the pour-plate method. 200 µL of the activated strain was added into the MHA medium in 45 °C and after proper homogenization were distributed into a Petri-dish. The complete microbiological procedures were performed in a laminar airflow to maintain aseptic conditions. After solidification of the media, a well was made in the MHA with a sterile glass tube (5 mm) and 50 µL of drug compound was added into the well. 50 µL of DMSO was inoculated into another well as negative control. The antibacterial activities of drug compounds were determined by measuring the inhibition zone formed around each well against defined bacterial strain. Ampillicin, Neomycin and Streptomycin were used as standard drugs.

The antibacterial activity of the compounds was tested against Gram positive and Gram negative bacterial strains including ;*Bacillus subtilis* ATCC 10978, *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, and *Escherichia Coli*, ATCC 25922, as well as Gram negative strains covering *Yersinia enterocolitica* ATCC 27729, *Pasterulla multcida* ATCC 12945, and *Klepsiella Pnemonias* ATCC 4352. Cited from Microbiological Environmental Protection Laboratories (France). All synthesized compounds were dissolved in dimethylsulfoxide to prepare stock solutions.

In this study, Fluka benefited from the Antimicrobic Inhibition Zones.

Results and Discussion

		ZON diameter values						
		Bacillus Subtilis A	Yersinia enterocolitica C	Bacillus Cereus D	Staphylococcus aureus E	Escherichia Coli F	Pasterulla multcida G	Klepsiella pnemonias H
F1	4a	15(++)	9 (+)	11 (+)	9(+)	17 (++)	18 (++)	11 (+)
F 2	4c	8 (+)	-	15 (++)	7 (+)	11 (+)	21 (+++)	13 (+)
F 3	4d	-	11(+)	13 (+)	10(+)	13 (++)	-	17 (++)
F 4	4e	9 (+)	-	11 (+)	10 (+)	12 (+)	16 (++)	12 (++)
F 5	4f	5	-	10 (+)	9 (+)	-	13 (+)	18 (++)
F 6	4g	11 (+)	-	12 (+)	12 (+)	16 (++)	15 (++)	14 (+)
F7	4h	10(+)	11(+)	9(+)	7(+)	10(+)	11(+)	-
A	Ampicillin X3261	32 (+++)	35 (+++)	35 (+++)	37 (+++)	35 (+++)	36 (+++)	36 (+++)
N	Neomycin X3385	19 (++)	16 (++)	15 (++)	14 (+)	17 (++)	17 (++)	17 (++)
S	Steptomycin X3385	7 (+)	13 (+)	10 (+)	18 (++)	15 (++)	18 (++)	18 (++)
Inhibition zone: (-) 6 mm; (+) 6-15 mm; (++) 15-20 mm; (+++) 20-25 mm (Al-Majidi, 2014).								

Table 1.

The ZON diameters of synthesized new 4a, 4c, 4d,4e-h compounds obtained by the agar well diffusion method against *Bacillus cereus*, , *Escherichia coli*, *Pasterulla multici* and *Klepsiella pneumoniae*.

In this study of nine new 3-Alkyl(aryl)-4-amino-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ones 2-phenylacetoxy and its Schiff base derivatives **5a-i** and six new 1-acetyl-3-alkyl(aryl)-4-(2-phenylacetoxy-3-ethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ones **5a-g** then 0,5mg were identified by using IR, ¹H-NMR, ¹³C-NMR, MS, UV-Vis and high resolution mass spectroscopy (HRMS) data. All of the compounds demonstrate a marked capacity for iron binding obtained by a versatile and efficient synthetic route outlined in the Figure 1. The chemical shifts of imine (N=CH) and N-H protons were observed as singlets at 10.69 ppm and 9.93 ppm, The synthetic compounds showed different inhibition zones against tested bacterial strains. The *in-vitro* antibacterial activity of the synthesized compounds in DMSO against some of the most important Gram positive and Gram negative infectious agents were shown in Table 1. The synthetic compounds showed different inhibition zones against tested bacterial strains. *Bacillus subtilis* (ATCC 10978) against ampicillin from our antibiotics, which constitute our control group, has a zone diameter of 24 mm, E which is closest to it, and one zone with a diameter of 14 mm. We see that our pungent chemicals are acting moderately. The same antibiotic, *Yersinia enterocolitica* (ATCC 27729) against 29 mm zone diameter and very sensitive to our chemistry against this microorganism has shown the data inefficiency of our chemistry is seen. *Bacillus cereus* (ATCC 11778), antimicrobial antimicrobial agent (31 mm), we found that the chemicals we obtained were ineffective and bacterial resistant, but the same cases were observed in *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) 32 mm, *Escherichia coli* (ATCC 25922) 28 mm, *Pasteurella multocida* ATCC 12945), 31 mm, and the chemistry we have developed seems to be resistant. Again, we see the **5e** chemical which is closest to our chemistry and effective in the middle, in view of the fact that the ampicillin zone cap applied against *Klebsiella pneumoniae* is 25 mm. This result shows that our chemical effect is **5e** by showing the diameter of the nearest zone of the ampicillin. Our F5 chemical has been found to be in the middle of now here. In the same way, Neomycin zone of antimicrobials is 16 mm in diameter, and *Bacillus subtilis* has a moderate effect with zone diameters of B, D, E and F. It has resistance against C, G and H antibiotics. *Yersinia enterocolitica* against 13 mm zone diameter and very sensitive to our chemistry against the resistance of this microorganism has shown that our chemistry is ineffective. Our antibiotics against *Bacillus cereus* were found to be medium resistant to our bacteria, others ineffective and bacterial resistant *Staphylococcus aureus* was found to be resistant to our *Escherichia coli* bacteria; *Pasteurella multocida* B is highly resistant, H and I are moderate resistant and others are inactive against Antibiotics. *Klebsiella pneumoniae* was also highly effective against E bactrim Neomycin. *Bacillus subtilis* was found to be sensitive to Streptomycin in our antibiotics which constitute our control group. *Yersinia* is very resistant to enterocolitica. *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Pasteurella multocida* Streptomycin. *Klebsiella pneumoniae* E against antibiotics has been found to be sensitive to our bactericide resistant A, D and G bacteria.

Acknowledgment

This work was partially supported by the coordination unit of the scientific research projects of the Kafkas University (Project number: 2011-FEF-31)

References

- 1- H. Yüksek, A. Demirbaş, A. İkizler, C. B. Johansson, C.Çelik, and A. A. İkizler, "Synthesis and antibacterial activities of some 4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ones," *Arzneimittel-Forschung/Drug Research*, vol. 47, no. 4, pp. 405–409, 1997.
- 2- O. Bekircan, B. Kahveci, and M. Kucuk, "Synthesis and anticancer evaluation of some new unsymmetrical 3,5-diaryl-4H-1,2,4-triazole derivatives," *Turkish Journal of Chemistry*, vol. 30, pp. 29–40, 2006.
3. O. Gursoy Kol and H. Yüksek, "Synthesis and in vitro antioxidant evaluation of some novel 4, 5-dihydro-1H-1, 2, 4-triazol-5-one derivatives," *E-Journal of Chemistry*, vol. 7, no. 1, pp. 123–136, 2010.
4. H. Yüksek and O. Gursoy-Kol, "Preparation, characterization, and potentiometric titrations of some new di-[3-(3-alkyl/aryl-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one-4-yl)-azomethinophenyl] isophthalate/terephthalate derivatives," *Turkish Journal of Chemistry*, vol. 32, pp. 773–784, 2008.
5. Ş. Bahçeci, H. Yüksek, Z. Ocak, C. Köksal, and M. Özdemir, "Synthesis and non-aqueous medium titrations of some new 4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one derivatives," *Acta Chimica Slovenica*, vol. 49, no. 4, pp. 783–794, 2002.

6. S. Bahceci, H. Yüksek, Z. Ocak, A. Azaklı, M. Alkan, and M. Ozdemir, "Synthesis and potentiometric titrations of some new 4-(Benzylideneamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one derivatives in non-aqueous media," *Collection of Czechoslovak Chemical Communications*, vol. 67, no. 8, pp.1215–1222, 2002.
7. A. A. Ikizler and H. Yüksek, "acetylation of 4-amino-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ones," *Organic Preparations and Procedures International*, vol. 25, no. 1, pp. 99–105, 1993.
8. Parekh J, Inamdar P, Nair R, Baluja S and Chanda S. Synthesis and anti-bacterial activity of some Schiff bases derived from 4-aminobenzoic acid. *J. Serb. Chem. Soc.* (2005) 70: 1155-1161.
9. Buzdar AU. Anastrozole (Arimidex) in clinical practice versus the old gold standard , tamoxifen. *Exp. Rev. Anticancer Ther.* (2002) 2: 623-629.
10. Fang YQ, Sun CL, Liu DC, Wang SB and Quan ZS. Synthesis and anticonvulsant activity evaluation of 3-alkoxy-4-(4-(hexyloxy/heptyloxy)phenyl)-4H-1,2,4-triazole. *Iran. J. Pharm. Res.* (2015) 14: 77-87.
11. Kalhor M, Shabani M, Nikokar I and Banisaeed SR. Synthesis, characterization and antibacterial activity of some novel thiosemicarbazides, 1,2,4-triazol-3-thiols and their S-substituted derivatives. *Iran. J. Pharm. Res.* (2015) 14: 67-75.
12. Foroumadi A, Mansouri S, Kiani Z and Rahmani A. Synthesis and *in-vitro* antibacterial evaluation of N-[5-(5-nitro-2-thienyl)-1,3,4-thiadiazole-2-yl] piperazinyl quinolones. *Eur. J. Med. Chem.* (2003) 38: 851-854.
13. Mavrova A, Wesselinova D, Tsenov YA and Denkova P. Synthesis, cytotoxicity and effects of some 1,2,4-triazole and 1,3,4-thiadiazole derivatives on immunocompetent cells. *Eur. J. Med. Chem.* (2009) 44: 63-69.
14. Chen M, Wang X-F, Wang SS, Feng Y-X, Chen F and Yang C-L. Synthesis, characterization and fungicidal activities of novel fluorinated 3,5-disubstituted-4H-1,2,4-triazol-4-amines. *J. Fluorine Chem.* (2012) 135: 323-329.
15. Mir I, Siddiqui MT and Comrie A. Antituberculosis agents I: α -[5-(2-Furyl)-1,2,4-triazol-3-ylthio] acetylhydrazide and related compounds. *Tetrahedron* (1970) 26: 5235-5238.
16. Rudnicka W, Foks H, Janowiec M and Zwolska-Kwiek Z. Studies of pyrazine derivatives. XXI. Synthesis and tuberculostatic activity of 4-aryl-1-pyrazinoylthiosemicarbazides and the products of their cyclization to 1,2,4-triazole-3-thione derivatives. *Acta Pol. Pharm.* (1986) 43: 523-528.
17. Santen JR. Inhibition of aromatase: insights from recent studies. *Steroids* (2003) 68: 559-567.
18. Clemons M, Coleman RE and Verma S. Aromatase inhibitors in the adjuvant setting: bringing the gold to a standard? *Cancer Treat. Rev.* (2004) 30: 325-332.
19. Bekircan O, Ozen T, Gumrukcuoglu N and Bektas H. Synthesis and Antioxidant Properties of Some New 3-(4-Chlorophenyl)-5-(pyridin-4-yl)-4H-1,2,4-triazole Derivatives. *Z. Natur.* 548-554 :63 (2008)
20. Khan I, Ali S, Hameed S, Rama NH, Hussain MT, Wadood A, Uddin R, UL-Haq Z, Khan A, Ali S and Choudhary MI. Synthesis, antioxidant activities and urease inhibition of some new 1,2,4-triazole and 1,3,4-thiadiazole derivatives. *Eur. J. Med. Chem.* (2010) 45: 5200-5207.
21. Yale HL and Pinal JJ. Substituted s-Triazoles and Related Compounds. *J. Med. Chem.* (1966) 9: 42-46.
22. Mhasalkar MY, Shah MH, Nikam ST, Anantanarayanan KG and Deliwala CV. 4-Alkyl-5-aryl-4H-1,2,4-triazole-3-thiols as hypoglycemic agents. *J. Med. Chem.* (1970) 13: 672-674.
23. Li Z, Gu Z, Yin K, Zhang R, Deng Q and Xiang J. Synthesis of substituted-phenyl-1,2,4-triazol-3-thione analogues with modified d-glucopyranosyl residues and their antiproliferative activities. *Eur. J. Med. Chem.* (2009) 44: 4716-4720.
24. Zhan P, Chen X, Li X, Li D, Tian Y, Chen W, Pannecouque C, De Clercq E and Liu X. Arylazolylthioacetanilide. Part 8: Design, synthesis and biological evaluation of Novel 2-(2-(2,4-Dichlorophenyl)-2H-1,2,4-triazol-3-ylthio)-N-arylamides As Potent HIV-1 inhibitors. *Eur. J. Med. Chem.* (2011) 46: 5039-5045.
25. Dilmaghani KA, Jazani NH, Behrouz A and Fakhraee FM. Synthesis, characterization and antibacterial activity of some schiff bases derived from 4-aminobenzoic acid. *Asian J. Chem.* (2009) 21: 5947-5954.
26. Patole J, Shingnapurkar D, Padhye S and Ratledge C. Schiff base conjugates of p-aminosalicylic acid as antimycobacterial agents. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* (2006) 16: 1514-1517.

27. Dhapalapur MG, Sabnis SS and Deliwala CV. Potential anticancer agents. II. Schiff bases from benzaldehyde nitrogen mustards. *J. Med. Chem.* (1968) 11: 1014-1019.
28. Dilmaghani KA, Nasuhi Pur F, Jazani NH, Alavi A, Niknam Z and Mirfakhraee F. Synthesis of new 1,2,4-triazole-5-thiones and their thioglycoside derivatives as potential antibacterial agents. *Phosphorus Sulfur Silicon* (2014) 189: 81-87.
29. Karim Akbari Dilmaghani, Fazel Nasuhi Pur and Mahnaz Hatami Nezhada; Synthesis and Antibacterial Evaluation of New Thione Substituted 1,2,4-Triazole Schiff Bases as Novel Antimicrobial Agents *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* (2015), 14 (3): 693-699

**MADENSEL VE ENDÜSTRİYEL ATIKLARIN GAZ BETON ÜRETİMİNDE
KULLANILABİLİRLİĞİNE GENEL BİR BAKIŞ**

NİLGÜN KIZILKAYA

Öğr. Grv. Malatya Turgut Özal Üniversitesi

ENGİN ÖZDEMİR

Arş.Grv. İnönü Üniversitesi

DIDEM EREN SARICI

Dr. Öğr. Üyesi, İnönü Üniversitesi

ÖZET

Endüstriyel ve madensel atıklar çevreye ve insan sağlığına olumsuz yönde etki etmektedir. Atık malzemelerin önemli bir kısmı geri dönüşebilir yapıdadır ve bu malzemelerin geri dönüşüm olanaklarının araştırılarak yeni kullanım alanlarının belirlenmesi doğaya verilen zararın minimuma indirilebilmesi ve ülke ekonomisi açısından oldukça önemlidir. Son yıllarda bu atıkların geri dönüşüm malzemesi olarak kullanım olanaklarının araştırılması ile ilgili pek çok çalışma yapılmaktadır.

Silis (Kuvarsit, Kum, Uçucu Kül, Bims veya Ham Perlit), çimento, sönmemiş kireç, alçıtaşı ve su karışımına gözenek oluşturuşu alüminyum ilave edilmesiyle elde edilen, milimetrik olarak kesilerek otoklavlarda 12 bar basınç ve 190 °C sıcaklıkta nihai kristal yapısına ulaştırılan gaz beton bu gözenekli yapısı sayesinde iyi ısı yalıtımını sağlayan, hafif ama basınç dayanımı yüksek, yangına ve depreme dayanıklı hafif beton grubuna giren çağdaş bir yapı malzemesidir. Endüstriyel ve madensel atıkları kullanarak yüksek ısı yalıtımına, ses emiciliğine, yangın mukavemetine sahip olan gaz beton üretmek, gaz betonun özelliklerini mekanik, fiziksel ve kimyasal olarak incelemek, dayanımı düşürmeden betonu hafifletmek, atıkları bertaraf etmek ve ekonomiye kazandırmak, atıkların hammadde olarak değerlendirilmesini sağlamak açısından önemlidir.

Bu çalışmada endüstriyel ve madensel atıkların gaz beton üretiminde kullanım olanakları ve gaz beton özelliklerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar teknik perspektif altında sistematik olarak verilmeye çalışılmıştır.

AnahtarKelimeler: Gaz beton, Endüstriyel atık, Madensel atık

**AN OVERVIEW OF THE USE OF MINERAL AND INDUSTRIAL WASTE IN AERATED
CONCRETE**

ABSTRACT

Industrial and mineral wastes are negatively impact on the environmental and human health. Aimportant part of the waste materials are recyclable and the determination of new areas of use by investigating the recycling facilities of these materials is very important in the terms of minimizing the damage to the environment and the country's economy. In recent years, many studies have been carried out to investigate the possibilities of these wastes as a recycled material.

Silica (quartzite, sand, fly ash, pumice or raw perlite), cement, quicklime, gypsum and water in the mixture of pore forming aluminum, obtained by adding the millimeter cut in autoclaves to 12 bar pressure and the final crystal structure at a temperature of 190°C. Thanks to its porous structure, it is a contemporary construction material of lightweight concrete group which provides good thermal insulation, has a light but high compressive strength and is resistant to fire and earthquake. It is important to produce aerated concrete with industrial and mineral wastes using high thermal insulation, sound absorbency, fire resistance, to examine the properties of aerated concrete mechanically, physically and chemically, lighten the concrete without reducing the strength, eliminate the wastes and to bring them into the economy, to provide that the wastes are evaluated as raw materials.

In this study, the studies on the effects of industrial and mineral wastes on aerated concrete production and their effects on aerated concrete properties have been tried to be given systematically under technical perspective.

Keywords: Aerated concrete, Industrial waste, Mineral waste

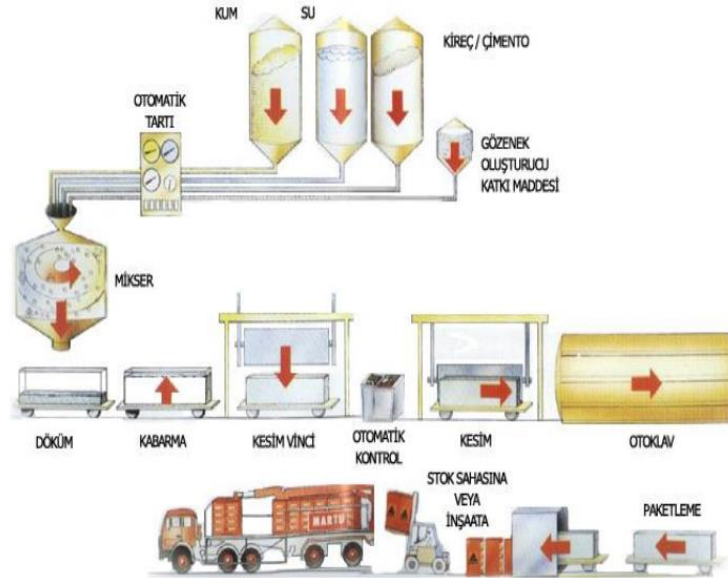
1. GİRİŞ

İnsanların barınma ihtiyacının her geçen gün artması, inşaat sektöründe daha az işgücü ile daha kısa sürede daha çok, daha kaliteli ve daha ucuz yapı üretimi yapabilmek için araştırmalar hızla devam etmektedir. Teknik ilerleme ve yeni ürünlerin bulunması sonucunda üretim hızlı bir biçimde artmaktadır. Gaz beton özellikle inşaat kolaylığı, mükemmel mekanik ve termal özelliklere sahip olması nedeniyle Avrupa çapında yaygın olarak kullanılan yapısal bir malzemedir.

Gaz beton (AAC), ince silis esaslı malzeme, gözenek oluşturan maddeler ve su ile birleştirilen çimento ve/veya kireç gibi bağlayıcılardan imal edilir. Hammaddeler birlikte karıştırılır ve karışım kabarak kek oluşturabileceği kalıplara dökülür. İşlemin bu kısmı bittikten sonra kek, elemanların istenen boyutlarına göre kesilir ve otoklavlarda yüksek basınçlı buhar ile kürlenir [1].

Gaz beton gözenekli beton, köpük beton olarak da bilinir. Gözenekli yapısı basınç dayanımının düşmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle otoklav kürü ile bu sorun giderilmeye çalışılır. Kürlenme için yüksek basınçlı buhar koşullarında, kalsiyum silikat hidratlar (CSH) jeli tobermorit kristaline dönüştür ve böylelikle malzemenin mekanik gücü artar. Elde edilen bu malzemeye otoklavlanmış gaz beton veya otoklavlanmış hafif beton denmektedir [2].

Dünya literatüründe gaz beton, Autoclaved Aerated Concrete (AAC) olarak tanımlanmaktadır. Gaz betonun temel bileşimini kuvars, kuvarsit veya kuvars kumu oluşturur. Gaz betonunun dayanıklılığını arttıran bu hammaddelerin SiO_2 miktarı $> \%80$ olmalıdır. Gaz beton üretiminde kullanılan kirecin CaO miktarı $> \% 80$ olmalıdır. Kireç, kür işlemi sırasında karışım suyu ile reaksiyona girerek Ca(OH)_2 oluşturur. Kirecin sönmesi sırasında açığa çıkan ısı da sertleşmeyi hızlandırır. Ca(OH)_2 de SiO_2 ile reaksiyona girerek, gaz betonun temel iskeletini oluşturan hidrate silikat bileşiklerini oluşturur. Otoklavda 190°C sıcaklıkta kür işlemi ve sertleştirici rol üstlenir. (AAC) gaz beton blok, duvar panelleri, zemin, çatı panelleri üretmek için kullanılan hafif yapı malzemesidir. Düşük yoğunluğu (1000kg/m^3 'den az), düşük ısı iletkenliği ($0,1\text{ W/m-K}$) ile ısı yalıtımı için ideal bir malzemedir. Yoğunluğu çimento harç matrisi boyunca hava boşluklarının muazzam dağılımı sonucu düşüktür. Gaz betonda gaz kabarcıklarının oluşması ince boyutlu alüminyum tozunun ilave edilmesiyle gerçekleşir. Alüminyum tozu, çimento harcı içerisinde kireç ve su ile reaksiyona girerek H_2 gazı oluşturur [3]. Şekil 1'de gaz beton üretim şeması görülmektedir.



Şekil 1. Gaz Beton Üretim Şeması [4]

Atıkların yeniden geri dönüşüm ile kazanılması, çevre ve doğanın dengesinin korunabilmesi ve doğaya verilen zararın minimuma indirilebilmesi açısından son derece önemlidir. Geri kazanımla, doğal kaynaklarımız korunur, enerji tasarrufu sağlanır, ekonomiye katkı sağlanır, atık miktarı azalır ve geleceğe yatırım yapılır. Endüstriyel atıkların bertaraf edilmesi insan yaşamının güvenliğini, bölgelerin sürdürülebilir gelişimini, inşaat, konut ve toplumsal hizmetler dahil birçok sektörün verimliliğini etkileyen önemli bir faktördür. Endüstriyel atıkların geri dönüştürülmesinde en iyi yollardan biri yapı malzemeleri üretmektir. Bunlardan en iyi çevre dostu olan gaz beton üretimi atık değerlendirilmesinde önemli bir hafif yapı malzemesidir. Türkiye'de atıkların geri kazanımı konusunda uzun yıllardır

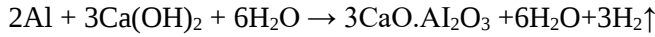
süregelemler çalışmaları vardır. Cam, kağıt, karton, plastik ve metal gibi atıklar özellikle çöp dökme sahalarından ve sokak toplayıcıları kanalı ile sokaklardan toplanmakta ve hammadde kaynağı olarak çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır. Türkiye de atık malzemelerin değerlendirilmesinde zorluklar yaşanmaktadır. Atık malzemelerin yeniden kullanımı ekonomik ve çevresel olarak büyük kazanç sağlayacaktır. Estetik görünüm kadar ekolojik zenginliğin korunması ve geliştirilmesi için çaba gösterilmeli ve çevreye zararlı etkiler en az düzeye indirgenmelidir. Atık değerlendirilmesinde, düşük yoğunluğu ile çevreye iyi yöndeki etkisi gaz betonun önemini arttırmaktadır. Silis dumanı, uçucu kül, cüruf, pirinç kabuğu, alüminyum tozu gibi endüstriyel ve madensel atıklar son yıllarda hafif beton üretiminde kullanılması, atık malzeme geri dönüşümü ve enerji tasarrufu nedeniyle dikkat çeken bir konudur. Hammadde aralığını genişletmek ve üretim maliyetlerini düşürmek için birçok araştırmacı endüstriyel ve madensel atıkların, genel gaz beton üretiminde kullanılan hammaddeler ile yer değiştirme olasılıklarını araştırmaktadır [5].

2. GAZ BETON ÜRETİMİNDE ATIKLARIN KULLANIMI

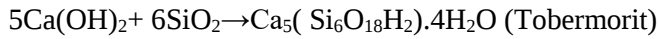
Yapısındaki hava kabarcıklarından dolayı malzemeye adı verilen ve İngilizce adı “Autoclaved Aerated Concrete - AAC”, Almanca adı ise “Porenbeton” olarak tanımlanan, Türkçe karşılığı “otoklavlı gaz beton” olarak geçen ve kısaltılarak gaz beton şeklinde dilimizde yer alan bu malzeme, bloklar halinde kesilen veya daha büyük plakalar ve panolar oluşturmada kullanılan hafif beton yapı malzemesidir. Gaz beton üretim süreci kilden üretilmiş duvar ürünleri veya ön gerilmeli betonun üretim sürecine benzerken, gaz betonda kullanılan malzemelerin yapısal bileşenleri de normal betona benzemektedir. Gaz beton üretim süreci beş ana adımda özetlenebilir [6].

- a) Birleştirme ve ham maddelerin karıştırılması
- b) Kabarma sağlayacak katkı eklenmesi
- c) Kabarma, biçimlendirme, ön kür ve kesme süreci
- d) Otoklav kullanarak final kürü
- e) Paketleme ve taşıma sürecinden oluşur.

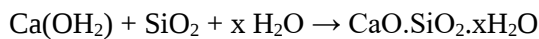
Gaz betonun geçirdiği kimyasal reaksiyonlar sonucu boşluk oluşum mekanizması alüminyum katkısı için özet olarak aşağıda verilmiştir [7-8].



(Alüminyum Tozu + Kireç + Su $\rightarrow$ Trikalsiyum Hidrat + Hidrojen)



Bu süreç sonucu oluşan hidrojenler karışımdan dışarı doğru hareket ederlerken yerlerini hava alır. Bu süreç daha hafif bir gaz olan hidrojenin yükselerek kendisinden daha yoğun olan hava ile yer değiştirmesi ile gerçekleşir. Kabarma sağlayıcı olarak alüminyum tozu gibi katkı malzemeleri karışıma eklenerek iyice karıştırılmalı ve her tarafa eşit dağılma sağlanmalıdır. Buradaki amaç, hidrojen kabarcıklarının oluşması sonucu normal hacminin yaklaşık 2-5 katı arasında genişleyerek malzemenin her tarafında eşit hacim artışı sağlamasıdır. Bu hacim artışı karışıma eklenen kirece bağlı olduğu gibi alüminyum tozu veya macununa da bağlıdır [6]. Böylece malzeme, otoklav çıkışında son mukavemetine ve hacim sabitliğine erişmiş olur. Dayanım kazanan gaz betonun otoklavda oluşan reaksiyonunu aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır [9].



Kireç + Silika + Su $\rightarrow$ Monokalsiyum Silakate Hidrat

Birçok araştırmacı gaz betonun geleneksel hammaddelerini endüstriyel atıklarla değiştirme olasılığını araştırmıştır. Uçucu kül [10], doğal zeolit [11] cüruf [7], kurşun çinko atıkları [12], demir cevheri atıkları [13] ve kum-fosfor cürufu-kireç [14] bunlardan bazılarıdır. Gaz beton üretilirken puzolanik katkı maddeleri önemli rol oynar. Portland çimentosunun hidrasyon ve sertleşme işlemi betonun

özelliklerini etkiler. Bu katkı maddeleri SiO_2 içeren, doğal kayaç (diatomit), cüruf, küller, diğer amorf gibi endüstriyel atıklardır. Şekil 2’de Puzolonik malzemelerin beton özelliklerine etkisi görülmektedir. Hidratasyon sırasında kireç ile SiO_2 reaksiyona girerek jel kalsiyum hidrosilikatların yanı sıra hidroalüminatlar ve diğer hidratlar oluşur. Bu oluşumlar betonun dayanımını artırır.

Puzolonik Malzemelerin Betonun Taze Haldeki Özelliklerine Etkileri	Uçucu Küller		Yüksek Fırın Cürufu	Silis Dumanı	Doğal Puzolanlar			Puzolonik Malzemelerin Betonun Sertleşmiş Haldeki Özelliklerine Etkileri	Uçucu Küller		Yüksek Fırın Cürufu	Silis Dumanı	Doğal Puzolanlar		
	F Sınıfı	C Sınıfı			Pisirlilmiş Şeyl	Pisirlilmiş Kil	Metakaolin		F Sınıfı	C Sınıfı			Pisirlilmiş Şeyl	Pisirlilmiş Kil	Metakaolin
Su ihtiyacı	↓↓	↓↓	↓	↑↑	↔	↔	↑	Erken dayanım	↓	↔	↓	↑↑	↓	↓	↑↑
İşlenebilirlik	↑	↑	↑	↓↓	↑	↑	↓	Son dayanım	↑	↑	↑	↑↑	↑	↑	↑↑
Terleme ve segregasyon	↓	↓	↓	↓↓	↔	↔	↓	Geçirimsizlik	↓	↓	↓	↓↓	↓	↓	↓↓
Hava içeriği	↓↓	↓	↓	↓↓	↔	↔	↓	Klor geçirgenliği	↓	↓	↓	↓↓	↓	↓	↓↓
Hidratasyon ısı	↓	↓	↓	↔	↓	↓	↓	Alkali Silika Etkisi	↓↓	↓	↓↓	↓	↓	↓	↓
Priz süresi	↑	↓	↑	↔	↑	↑	↔	Sülfat direnci	↑↑	↓	↑↑	↑	↑	↑	↑
Yüzey bitirme	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	Donma ve çözülme	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Pompalanabilirlik	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	Aşınma dayanımı	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Plastik rötre çatlakları	↔	↔	↔	↑	↔	↔	↔	Kuruma rötresi	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔

↓	azalma
↓↓	önemli ölçüde azalma
↑	artma
↑↑	önemli ölçüde artma
↔	önemli bir değişiklik yok
↕	etki değişiklik göstermekte

Şekil 2. Puzolonik Malzemelerin Beton Özelliklerine Etkisi [16]

Çevreyi korumak ve geri dönüşüm için ince agrega olarak beton için uygun malzeme olan endüstriyel atık olan cam atıkları kullanılmış ve gaz beton için uygun bir atık olduğu yapılan deneylerle gösterilmiştir [15].

Uçucu kül ve bitüm gibi endüstriyel atıklar kullanarak üretilmiş gaz betonda, nem tutma oranının atık katkısıyla azaldığı, insan yaşamının güvenliği ve bölgelerin kalkınmasını etkileyen en önemli faktörün endüstriyel atıkların geri dönüşümle yapı malzemesine dönüştürülmesi olduğu vurgulanmıştır. Gaz betonun yüksek su emme oranı, nem tutma ve dona karşı düşük direnç gibi özellikleri sayılabilir. Endüstriyel ve deneysel test sonuçları önerilen teknik çözümlerin gaz betonun inşaat-teknik özelliklerini önemli ölçüde geliştirilmesine olanak sağladığını ve inşaat malzemeleri pazarında rekabet gücü sağladığını göstermiştir. Gaz beton eşsiz fiziko-teknik özellikleri ile yeterli termal koruma, yüksek konforlu gölgeler, ekonomiklik sağlar [17].

Atık folyo katılarak üretilen otoklavda kürlenmiş gaz betonun özellikleri araştırılmış, üretim sırasında oluşan gaz oluşum mekanizması, boşluk boyutu ve basınç dayanımları değerlendirilmiştir. Deneyler sonucunda atık alüminyum ile yüksek kaliteli gözenekli gaz beton üretimi yapılabileceği öne sürülmüştür [18].

Çin’de stoklanan bakır atığı ve yüksek fırın cürufu gaz beton üretiminde kullanılmış, kuru yoğunluğu $610,2 \text{ kg/m}^3$ olan gaz beton numuneleri hazırlanmıştır. Geleneksel gaz beton ile karşılaştırıldığında kireç yerine bakır atığı ikame olarak kullanılmıştır. Farklı kür şartlarında XRD, FESEM, ^{29}Si , ^{27}Al NMR analizleri yapmışlardır. Bakır atığındaki çoğu mineralin üretim esnasındaki hidratasyona katıldığı görülmüştür. Bakır atığı içindeki kuvars ve diğer minerallerin gaz betonun ana bileşenleri yerine kullanılabileceği ileri sürülmüştür [19].

Atıkların gazlaştırılmasıyla üretilen ince taneli tortunun, otoklavlanmış gaz betonda (AAC) uygunluğu test edilmiştir. Düşük yoğunluklu gaz beton üretmek amacıyla, küçük gaz kabarcıklarının oluşumunu kolaylaştırmak için ham bileşenlere alüminyum tozu eklenmiştir. Kalıntı artıklarının ekstra alüminyum ihtiyacını ortadan kaldıracaklarını belirlemek için çalışmalar yürütülmüştür. Basma ve çekme dayanımları, yoğunluk, elastisite modülü ve yüzey alanı, nem içeriği, kuru küçülme deneyleri yapılarak gaz betonda olumlu etkiler olduğu ortaya konulmuştur [9].

Gaz beton üretiminde ana hammadde olan silis kumu yerine uçucu kül, çimentoda %3-6-9-12 oranlarında silis dumanı ile ikame edilerek gaz beton üretilmiştir. Üretilen numuneler üzerinde 156°C - 4 bar ve 177°C - 8 bar buhar kücü uygulayarak fiziksel ve mekanik özellikler olan basınç dayanımı, yoğunluk, ultrasonik hızı ölçümleri yapılmış ve mikroyapılarındaki değişimler araştırılmıştır. Basınç dayanımları 2,5-4,4 MPa, yoğunluk değerleri $0,6-0,7 \text{ kg/dm}^3$ olarak belirlenmiştir. Uçucu külden üretilen gaz beton örneklerinin, kuvars kumundan üretilenlere göre daha iyi yalıtım ve mukavemet

özelliklerine sahip olduklarını ileri sürülmüştür. Puzolan katkılı gaz betonun fiziksel ve mekanik özelliklerinde ticari gaz betonunkine benzer sonuçlar elde edilmiştir [20].

Atık mermer tozu ve uçucu kül katkılı üretilen gaz betonun fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla örnekler üzerinde ultrases geçiş hızı, birim hacim ağırlık, basınç dayanımı ve termal iletkenlik ölçüm deneyleri gerçekleştirilmiş, Sonuç olarak üretilen örneklerin birim hacim ağırlıklarının 0.67-0.74 ile 0,61-0,72 gr/cm³ aralığında basınç dayanım değerlerinin ise 1,35-1,62 ile 1,6-2,64 MPa aralığında ve termal iletkenlik katsayılarının ise 0,20 ile 0,15 W/mK arasında olduğunu tespit edilmiştir. Örneklerin birim ağırlık ve basınç mukavemeti değerlerinin standart değerlerle uyum sağladığı ortaya konmuştur [21].

Gaz beton kum veya uçucu kül gibi değişik agregalar kullanılarak üretilmektedir. Termal iletkenlik deneyleri sonucunda, aynı yoğunluktaki silis içerikli uçucu küllü gaz beton, kum içerikli gaz betona göre ısı iletim katsayısı (λ) daha iyi sonuçlar vermektedir. Yoğunluk artmasıyla ısı iletim katsayısının da arttığı gösterilmiştir [22].

Çimento yerine palm yağı küllü kullanarak gaz beton üzerindeki etkiler araştırılmış, Palm yağı küllünün kısmi yer değiştirme ile çimento yerine kullanılabileceğini ve çimentonun bu sayede çevreye olan etkisinin azaltılabileceği vurgulanmıştır [23].

Gözenek oluşturuucu madde olarak ticari alüminyum tozu yerine atık alüminyum tozu kullanılmış, alüminyum metalini bertaraf etmek veya uzaklaştırmak, alüminyum tozunu işlemek yerine gaz betonda kullanılan maliyeti yüksek köpürtücü ticari alüminyum tozuna alternatif olabileceği önerilmiştir. 1 gr ticari alüminyum tozu ile 15,6 gr alüminyum atığı gaz betonda aynı miktarda gaz üretebilmektedir [3]. Perlit atığının gaz beton özelliklerine etkisini araştırılmış, kuvarsla %5-10-20-30-40 oranında yer değiştirerek atığın yoğunluk ve basınç dayanımı değerlerine etkisi incelenmiştir. Üretilen gaz betonların yoğunluğu azalmış, bunun sonucu olarak diğer özelliklerde değişmiştir. Mikro yapısal incelemeler perlit atıklarının tobermorit oluşumu üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Gaz betonun mekanik özellikleri ve dayanıklılığı kalsiyum silikat hidrata (tobermorit) bağlıdır. Kalsiyum silikat hidrat (CSH) sentezinde belirleyici etki SiO₂ modifikasyonlarıdır. Amorf perlit atığı, kuvarstan daha yüksek çözünürlüğe sahip olması nedeniyle gaz beton içerisinde CSH sentezinde ve mekanik özellikler üzerinde olumlu etkiye sahiptir. Diğer yandan CaO/SiO₂ oranı, SiO₂ formu, reaksiyon süresi ve sıcaklık katkı maddelerin varlığından güçlü bir şekilde etkilenir. CSH sentezi üzerinde Al₂O₃, Fe₂O₃ ve alkalilerin etkisi de önemli faktörlerdendir. Yapı malzemesi teknolojisinde geliştirilmiş perlitin hafif betonda kullanımı ile ilgili birçok araştırma bulunmaktadır. Betonda çeşitli oranlarda ince agrega yerine kullanılmaktadır. Test sonuçları beton karışımındaki perlit oranının artmasıyla basınç mukavemeti ve elastik modülünün azaldığını göstermektedir. Perlit içeriği arttıkça su emme artmış, gözenek artmasıyla ısı iletkenlik azalmıştır. Genleştirilmiş perlit atığının gaz beton üretiminde agrega olarak kullanılan kuvars kumu tüketimini azaltmak için alternatif bir silis kaynağı olarak düşünülebileceğini göstermektedir [24].

Pirinç kabuğu, çeltik üretimi sonunda elde edilen zirai ürün atığıdır. Pirinç kabuğunun yapısındaki SiO₂, kabuklar yandıktan sonra elde edilen kül hızlı bir şekilde soğutulursa amorf, yavaş bir şekilde soğutulursa kristal SiO₂ oluşur. Amorf şekilde özgül yüzeyi 50-60 m² /g gibi büyük bir değerdedir. Bu nedenle puzolanik aktivitesi yüksektir. Pirinç kabuğu küllü ikame olarak gaz betonda kullanılarak fiziksel, mekanik ve mikroyapısal özellikleri incelenmiş, tobermorit oluşumunda pirinç kabuğu küllü içerisindeki yüksek reaktif silikanın etkili olduğu ileri sürülmüştür [25].

Enerji endüstrisi atık cüruflarından gaz beton üretimi, endüstriyel atıkların iyi bir nitelikte yeni bir yapı malzemesi biçiminde işlenmesi için iyi bir teknolojiyi temsil etmektedir. Bu olumlu yönler rağmen, cüruf betonun inşaat sektöründeki payı azdır. Bunun ana sebebi kül bazlı gaz betonda termal ve nem özelliklerindeki belirsizliktir. Yapılan çalışmada uçucu küllü gaz beton ile kumlu gaz beton karşılaştırıldığında ısı iletkenlik değerleri, nem içeriği değerlerine göre daha az etkilenmiştir [26].

3. SONUÇ

Gaz betonda hidratasyon sırasında kireç ile SiO₂ reaksiyona girerek jel kalsiyum hidrosilikatların oluşumu nedeniyle atıkların içeriği ve SiO₂ miktarı önem kazanmaktadır. Günümüzde giderek gelişen çevre bilinci ile atıkların yeniden kullanımını sağlayarak hem doğaya verdiği zarar giderilmeye hem de yapı malzemesi olan gaz betonun hammadde olarak kullanımı sağlanmaya çalışılmakta ve araştırmalar bu yönde devam etmektedir. Yapılan deneysel çalışmalar ile madensel ve endüstriyel atıkların gaz beton için uygun hammadde olup olmayacağı ortaya koyulacaktır.

Betonu ucuz üretebilmenin bir yolu da katkı maddelerinin kullanılması ile mümkündür. Bu katkı maddelerinin başında da puzolanik maddeler gelir. Türk Standartları'nda belirtilen normlara uymak şartıyla üretilen ve bilinçli olarak yerli yerinde kullanılan puzolanlar ile elde edilen betonların hem daha ucuz hem daha dayanıklı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] TS EN 771-4:2011+A1 Kâgir birimler - Özellikler - Bölüm 4: Gaz beton kâgir birimler
- [2] Y.Chen, J.Chang, Y.Lai, M. Chou, *A comprehensive study on the production of autoclaved aerated concrete: Effects of silica-lime-cement composition and autoclaving conditions*, **Construction and Building Materials**, 153 (2017) 622-629.
- [3] L.Yiquan, L. BoSiang, H.Zhong-Ting, Y. En-Hua, *Autoclaved aerated concrete incorporating waste aluminum dust as foaming agent*, **Construction and Building Materials**, 148 (2017) 140-147.
- [4] M. Uysal, B.C. Gündoğdu, M. Sümer, *Gaz betonun kuruma rötresine bağlayıcı malzeme miktarı değişiminin etkisi*, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 28(4) (2012) 303-308.
- [5] M. Savaş, İ. Demir, S. Güzelküçük, Ç.G. Şengül, H. Yaprak, *Sepiyolit İkame Edilmiş Gaz betonun Isıl ve Basınç Dayanım Özellikleri*, **Politeknik Dergisi**, Cilt:17, Sayı:1 (Özel Sayı) (2014) 43-47.
- [6] Eric Ray Domingo, *An Introduction to Autoclaved Aerated Concrete Including Design Requirements Using Strength Design*, PhD Thesis, Department of Architectural Engineering & Construction Science, College of Engineering, Kansas State University, 2008.
- [7] N.Y. Mostafa, *Influence of Air-Cooled Slag on Physicochemical Properties of Autoclaved Aerated Concrete*, **Cement and Concrete Research**, vol. 35, (2005) 1349-1357.
- [8] M. Sinica, G. Sezemanas, D. Mikulskis, M. Kligys, V. Česnauskas, *Investigation of sorption properties in crushed autoclaved aerated concrete waste*, **Journal of Environmental Engineering and Landscape Management**, Volume 20 (2012) 67-75.
- [9] E. Holt, P. Raivio, *Use Of Gasification Residues In Aerated Autoclaved Concrete*, **Cement and Concrete Research**, 3 (2005) 796- 802.
- [10] H. Kurama, I.B. Topcu, C. Karakurt, *Properties of the autoclaved aerated concrete produced from coal bottom ash*, **Journal of Materials Processing Technology**, 209 (2009) 767-773.
- [11] C. Karakurt, H. Kurama, I.B. Topcu, *Utilization of natural zeolite in aerated concrete production*, **Cement and Concrete Compositions**, 32 (2010), 1-8.
- [12] L. Fang-Xian, C. You-Zhi, L. Shi-Zong, *Experimental investigation on aerated concrete with addition of lead-zinc tailings*, **Journal of Southwest Jiaotong Univ.** 43 (2008), 810-815.
- [13] Y. Wang, J. Yin, J. Chen, C. Peng, *Aero Crete made with low silicon tailings of Cheng Chao iron ore mine*, **J.Wuhan. Univ. Technol. – Mater. Sci.** 15 (2000), 58-62.
- [14] M. Bao-guo, X. Zheng, *Study on a new kind of aerated concrete containing efflorescence sand-phosphorus slag-lime*, **J.Build. Mater.** 2 (3) (1999) 223-228.
- [15] P. Walczaka, J. Małolepszy, M. Reben, P. Szymański, K. Rzepa, *Utilization of waste glass in autoclaved aerated concrete*, **Procedia Engineering** 122 (2015) 302-309.
- [16] S.H., Kosmatka, B. Kerkhoff, and W.C. Panarese, *Design and Control of Concrete Mixtures*, EB001.14. Skokie, IL: Portland Cement Association, 2002, 57-72.
- [17] T. Evgeniya, *Develop an Efficient Method for Improving Hydrophysical Properties of Aerated Concrete Using Industrial Waste*, **Procedia Engineering**, 153 (2016) 761 – 765.
- [18] E.G. Araujo, J.A.S. Tenerio, *Cellular Concrete with Addition of Aluminum Recycled Foil Powders*, **Materials Science Forum**, vol: 498-499 (2005) 198-204.
- [19] X. Huang, W. Ni, W. Cui, Z. Wang, L. Zhu, *Preparation of autoclaved aerated concrete*
- [20] K. Güçlüer, O. Ünal, İ. Demir, M.S. Başpınar *An Investigation of Steam Curing Pressure Effect on Pozzolan Additive Autoclaved Aerated Concrete*, **TEM Journal**, Volume 4 / Number 1 (2015) 78-82.
- [21] O. Günaydın, K. Güçlüer, O. Ünal, *Adıyaman Atık Mermer Tozlarının Gaz beton Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması*, **Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi**, Cilt:12, No: 1 (2016) 21-29.
- [22] P. Walczak, P. Szymański, A. Różycka, *Autoclaved Aerated Concrete based on fly ash in density 350 kg/m³ as an environmentally friendly material for energy - efficient constructions*, **Procedia Engineering**, 122 (2015) 39-46.
- [23] K.Abdullah, M.W.Hussin, F.Zakaria , R.Muhamad, Z.Abdul Hamid, Pofa: A Potential Partial Cement Replacement Material in Aerated Concrete, *Proceedings of the 6th Asia-Pacific Structural*

Engineering and Construction Conference (APSEC 2006), 5-6 September, Kuala Lumpur, Malaysia (2006) pp.132-140.

[24] A. Rózycka, W. Pichór, *Effect of perlite waste addition on the properties of autoclaved aerated concrete*, **Construction and Building Materials**, 120 (2016) 65-71.

[25] K. Kunchariyakun, S. Asavapisit, K. Sombatsompop, *Properties of autoclaved aerated concrete incorporating rice husk ash as partial replacement for fine aggregate*, **Cement & Concrete Composites** 55 (2015) 11–16.

[26] R. Drochytkaa, J. Zacha, A. Korjenic, J. Hroudová, *Improving the energy efficiency in buildings while reducing the waste using autoclaved aerated concrete made from power industry waste*, **Energy and Buildings**, 58 (2013) 319–323.

MALATYA’NIN DEPREM OLUŞTURMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Engin ÖZDEMİR

Arş. Grv. İnönü Üniversitesi

Nilgün KIZILKAYA

Öğr. Grv., Malatya Turgut Özal Üniversitesi

Didem EREN SARICI

Dr. Öğr. Üyesi., İnönü Üniversitesi

ÖZET

Türkiye Alp-Himalaya kuşağı olarak adlandırılan kesimde yer almaktadır. Türkiye, güneyinde Afrika ve Arap levhaları ile sürekli olarak tektonik hareketlere maruz kalmasından dolayı jeolojik şekillendirilmesi devam etmektedir. Ayrıca Bingöl Karlıova’ dan çatallayan Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fay hatları Arap Levhası tarafından tektonik hareketlere maruz kalmaktadır. Malatya üç farklı fay hattı ile etrafı çevrilidir. Bu fay hatlarından en tehlikeli olanı ise Malatya merkezine yaklaşık kuş uçuşu 25-30 km olan Doğu Anadolu Fay hattıdır. Doğu Anadolu Fay hattının yaklaşık olarak 500 yıldır büyük bir deprem oluşturmadığı bilinmektedir. Bu çalışmada ise yeryuvarının tanımlanması, Türkiye’nin ve Malatya’nın deprem potansiyeli ele alınmıştır. Ayrıca, 25.03.2019-15.04.2019 tarihleri arasında gerçekleşen Malatya depremleri yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Malatya, Doğu Anadolu Fay Hattı, Litosfer

INVESTIGATION OF THE EARTHQUAKE CREATION PROPERTIES OF MALATYA

ABSTRACT

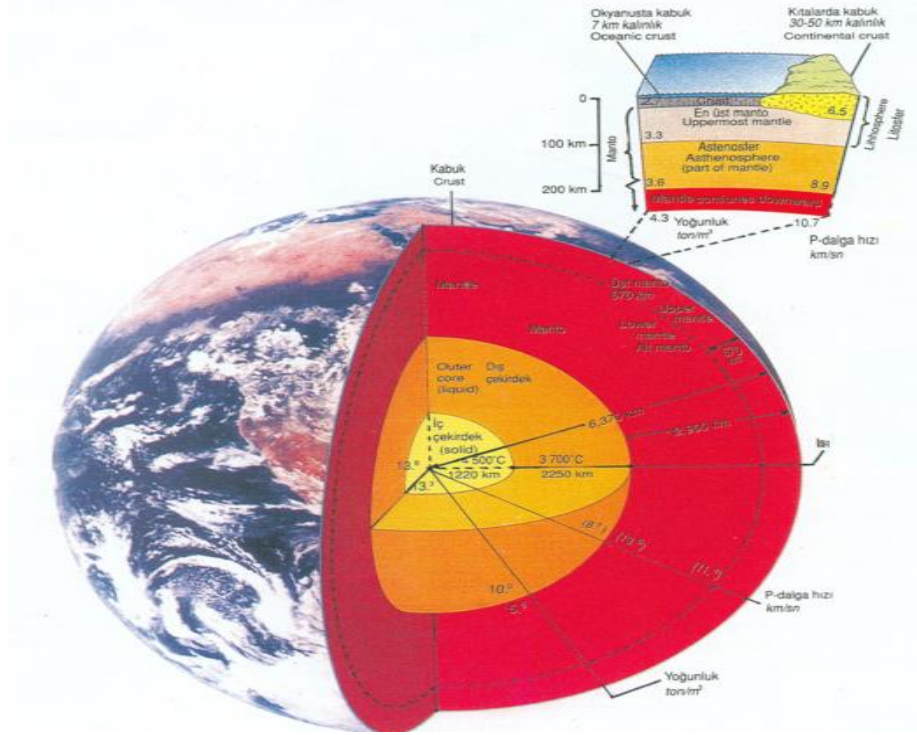
Turkey is located in the area known as the Alpine-Himalaya Belt. Turkey, south because of the constant exposure to African and Arabian tectonic plates continues with geological shaping. In addition, the North Anatolian Fault and the Eastern Anatolian Fault that forked from Bingöl Karlıova are exposed to tectonic movements by the Arabian Plate. Malatya is surrounded by three different fault lines. The most dangerous one of these fault lines is the Eastern Anatolian Fault which is 25-30 km from the center of Malatya. It is known that the Eastern Anatolian Fault has not been a major earthquake for nearly 500 years. In this study, the identification of the earth, earthquake potentiality of Malatya and Turkey were discussed. In addition, the Malatya earthquakes that occurred between 25.03.2019 and 15.04.2019 were interpreted.

Keywords: Earthquake, Malatya, East Anatolian Fault Line, Litosphere

1. GİRİŞ

Dünya (yeryuvarı) çekirdek, manto ve yerkabuğu olmak üzere üç ana katmandan meydana gelmektedir (Şekil 1). Yeryuvarının en iç ve en sıcak kısmını çekirdek oluşturmaktadır. Ortalama 5500 °C’ye sahip olan çekirdek dış ve iç çekirdek olmak üzere toplam 2300 km kalınlığına sahiptir. Dünya hacminin %16’sına sahip olan çekirdeğin yoğunluğu 10-13 g/cm³’tür. Manto ise ortalama 1000-4000 °C’ye sahip olup yerkabuğuna doğru sıcaklık değerleri azalmaktadır. Dünya hacminin %83’ ünü oluşturan ve 2900 km kalınlığına sahip olan mantonun yoğunluğu 3,3-5,7 g/cm³’tür. Yeryuvarının en üst kısmı olan yerkabuğu, değişik boyutlarda, soğuk ve hareketli levhalardan oluşmaktadır. Üst manto ve kıtasal kabuğun oluşturduğu ve 80 km’lik bölüme ise litosfer denilmektedir. Litosfer, birbirleri ile etkileşimle levhalar halinde olup altındaki konveksiyon akımların etkisiyle sürekli hareket halindedir. Bütün levhalar birbirleri ile bağlantılı olmasından dolayı herhangi birinin hareketi diğerlerini de harekete zorlamaktadır. Düşey yönde (epirojenik) veya yatay yönde (orogenik), çok yavaş, sürekli hareket halindedirler. Deprem ise yerkabuğu içindeki kırılmalardan kaynaklı olarak ani olarak ortaya çıkan

titreşimlerin dalgalar halinde ilerleyerek geçtikleri ortamlara ve yeryüzüne sarsıntı olarak iletilmesidir (Palmal ve Özmen, 2009; Monreo ve Wicander, 2007).



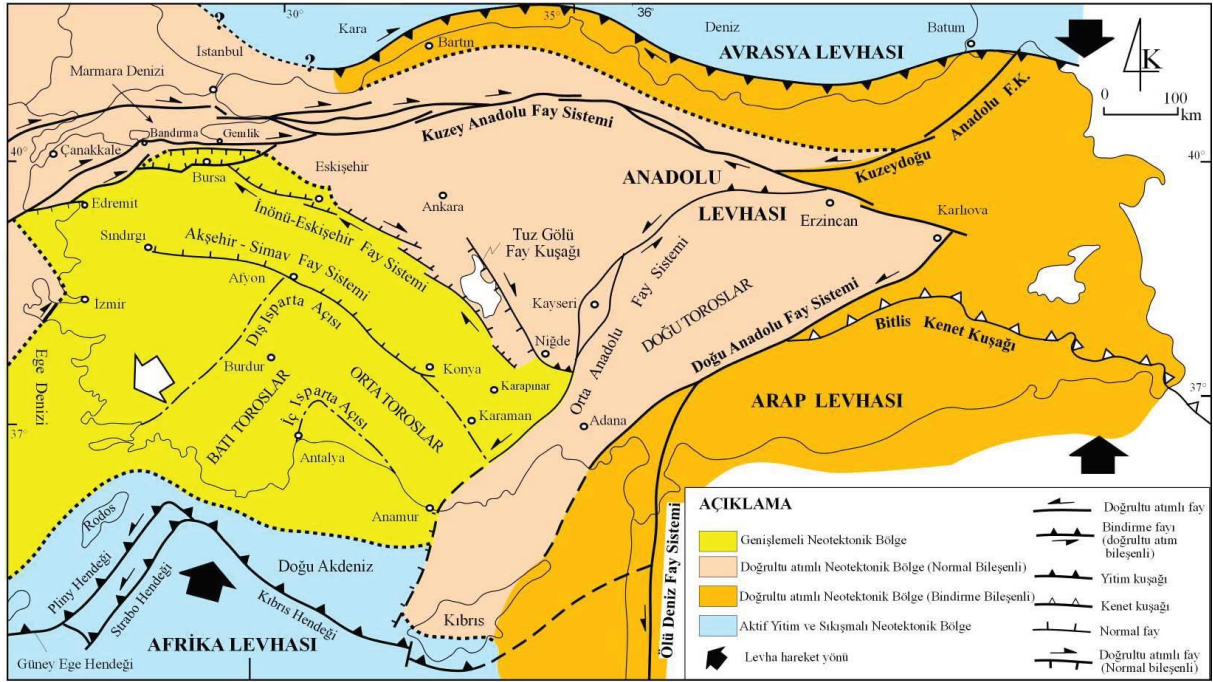
Şekil 1. Yeryuvarını Gösteren Bir Kesit (Monreo ve Wicander, 2007)

Bu çalışmada, Türkiye'nin ve Malatya'nın depremselliği üzerinde ele alınmıştır. Ayrıca, 25.03.2019-15.04.2019 tarihleri arasında Malatya Arguvan ilçesinde gerçekleşen depremler yorumlanmıştır.

2. TÜRKİYE'NİN DEPREMSELLİĞİ

Türkiye, Dünya üzerinde meydana gelen depremlerin yaklaşık %20-25'inin oluşturduğu Alp-Himalaya kuşağı olarak adlandırılan bölgede yer almaktadır. Türkiye, Arap-Afrika levhalarının tektonik aktivitelerinden dolayı jeolojik şekillendirilmesi halen devam etmektedir. Doğu Anadolu Bölgesi'nde kuzey-güney yönünde uygulanan basınç kuvvetleri altında sıkışmaya maruz kalarak ters faylar oluşturmaktadır. Ülkemizin batı kısmında ise kuzey-güney yönünde çekme kuvvetleri etkisiyle normal faylardan kaynaklı depremler gerçekleşmektedir (Palmal ve Özmen, 2009).

Geçmiş yıllarda herhangi bir jeolojik zaman diliniminde başlayan ve günümüze kadar geçen zaman zarfında niteliğini değiştirmeden etkinliğini sürdüren tektonik bölgeye **neotektonik bölge** denilmektedir. Koçyiğit 2008, Türkiye'yi etkileyen aktif tektonik bölgeleri dört farklı kısma ayırmıştır. Bunlar, genişlemeli neoteknik bölge, normal bileşenli doğrultu atımlı neoteknik bölge, bindirme bileşenli doğrultu atımlı neoteknik bölge ve aktif yitim ve sıkışmalı neoteknik bölgedir (Şekil 2). Fayların ürettikleri depremlerin büyüklüğü neotektonik bölgelere göre farklılık göstermektedir.



Şekil 2. Türkiye'deki Aktif Tektonik Bölgeler (Koçyiğit, 2008)

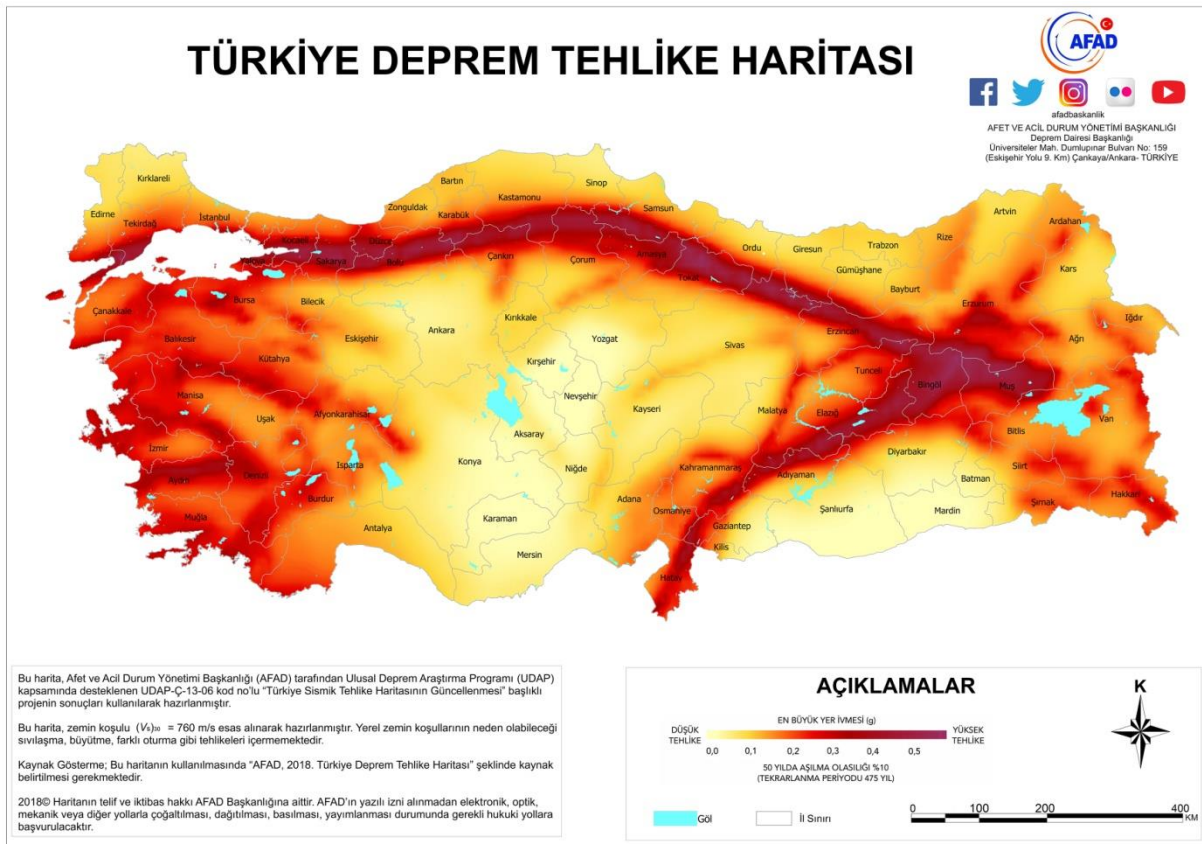
Türkiye deprem haritası incelendiğinde, levhalar tarafından sürekli olarak tektonik harekete maruz kaldığı görülmektedir (Şekil 3). Alt mantodaki konveksiyon akımların etkisiyle ülkenin güney kısmı kuzey- kuzeybatı yönüne doğru Arap ve Afrika levhaları tarafına doğru, kuzey kısmından da Avrasya levhası tarafından sıkıştırıldığı görülmektedir. Bu sıkıştırmadan dolayı Anadolu levhası batıya doğru harekete zorlanmaktadır. Türkiye'de yaşanan depremlerin büyük bir kısmı Anadolu levhasının etrafındaki diğer levhalarla olan sınır zonlarından meydana gelmektedir.



Şekil 3. Türkiye Levha Sınırları Haritası (AFAD, 2018)

En son 1996 yılında yayımlanan Türkiye deprem haritası 18 Mart 2018 tarihli 30364 sayılı Resmi gazete ile güncellenmiştir. Eski haritada deprem bölgeleri gösterilirken yeni haritada ivme büyüklüğüne göre sınıflandırılma yapılmıştır. Yeni haritaya göre ivme büyüklüğü arttıkça haritadaki renklerin koyu kırmızılaştığı görülmektedir. Yer ivmesinin ≥ 0.40 g ise I. dereceden deprem bölgesi iken, 0,20-0,30 g olan bölgeler ise ikinci derece deprem beklenen bölgeleridir. Harita incelendiğinde Türkiye'nin önemsenecek derecede büyük bir bölümü I. ve II. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Şekil 5. incelendiğinde Bingöl Karlıova'dan çatallayan Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fay hattının sınırları boyunca yer ivmesinin ≥ 0.40 g olduğu görülmektedir. Fay hattının geçtiği sınırlar boyunca yerleşim yerlerinin I. dereceden tehlikeli bölgeler olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca, Türkiye Alp-Himalaya deprem kuşağı adı verilen bölgede yer aldığından dolayı her ilinde büyük veya küçük depremler oluşturması kaçınılmazdır.

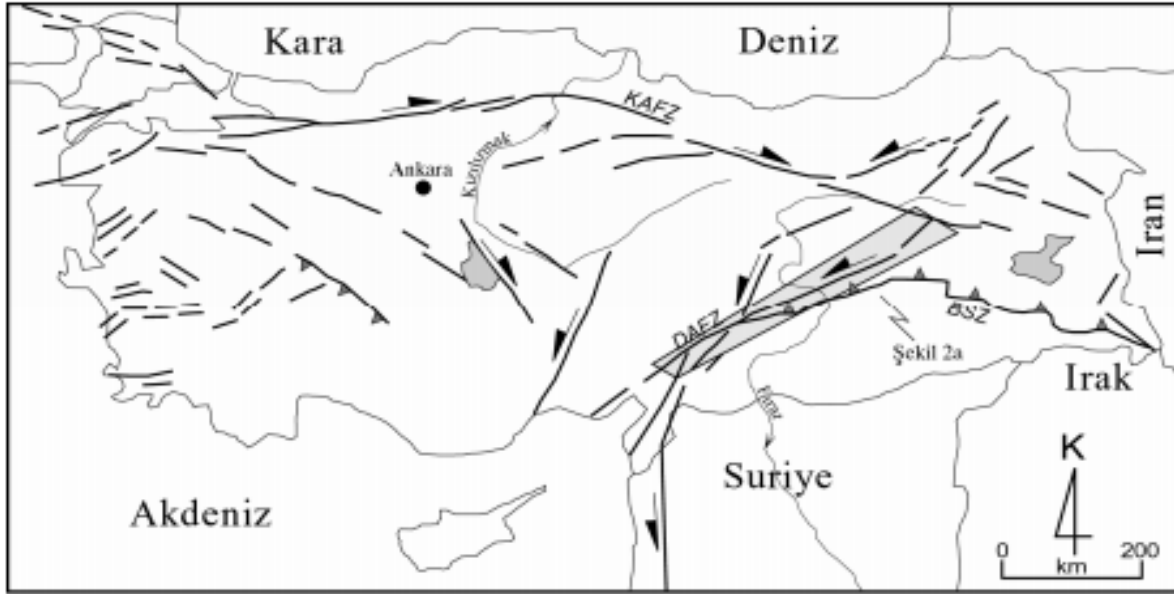
MTA tarafından yayımlanan Türkiye diri fay haritasına göre; %72'si (10.606 km) I. derece deprem bölgesinde, %19'u (2.762 km) II. derece deprem bölgesinde, %6'sı (938 km) III. derece deprem bölgesinde, %2'si (275 km) IV. derece deprem bölgesinde ve %1'i (214 km) ise V. derece deprem bölgesinde yer aldığı belirlenmiştir (Özmen vd., 1997).



Şekil 4. Türkiye Deprem Tehlikesi Haritası (AFAD, 2018)

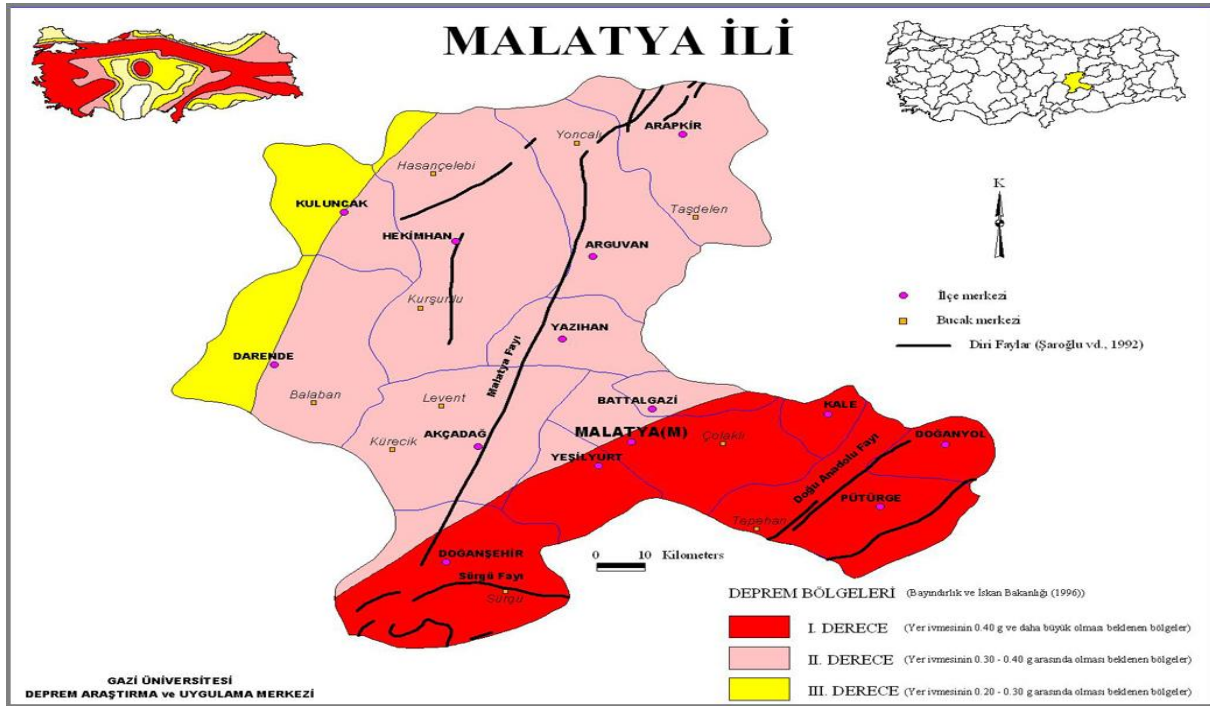
3. MALATYA'NIN DEPREMSELLİĞİ

12.412 km²'lik bir yüz ölçümüne sahip olan Malatya, yüz ölçümü büyüklüğü bakımından Türkiye'nin 23. büyük vilayeti durumundadır. 35 34' ve 39 03' Kuzey enlemleri ile 38 45' ve 39 08' Doğu boylamları arasında kent; Sultan suyu ve Sürgü çayı vadileriyle Akdeniz'e, Tohma vadisiyle İç Anadolu'ya, Fırat vadisiyle Doğu Anadolu'ya açılarak bu bölgeler arasında bir geçiş alanı oluşturur (Demiral ve Evi, 2014). Malatya merkezi, kuzeyinde Kuzey Anadolu fayı ve güneyinde Doğu Anadolu fay hattına ek olarak Batısında ise Sürgü, Doğanşehir, Yazıhan ve Hekimhan'a kadar uzanan Malatya Fayı olarak adlandırılan fay üçgeni ortasında kalmıştır. Bu faylar arasında en tehlike arz eden ise Doğu Anadolu fayıdır. Doğu Anadolu fayı Antakya-Karlıova arasında yaklaşık 580 km'lik bir uzanımına sahip olup Malatya'nın depremselliğinde etkin rol oynamaktadır (Nalbant vd., 2002). Türkiye'nin DAFZ ve KAFZ'nun geçtiği neotektonik haritası Şekil 5.'te verilmiştir.



Şekil 5. Türkiye'nin Neotektonik Haritası (Şengör vd, 1985)

DAFZ, Bingöl-Karlıova'nın doğusunda KAFZ ile kesiştiği noktadan başlamakta ve KD-GB Göynük Vadisi boyunca GB yönünde devam etmektedir. Yaklaşık 17 km atımı olan bu fay, Elazığ (Palu)-Malatya (Pütürge) arasında GB yönüne devam etmektedir (Şaroğlu vd., 1987; Herece ve Akay, 1992). Pütürge'nin kuzeyinde Şiro Çayı boyunca batı yönünde devam eden fay, Karakaya barajının yaklaşık olarak 14 km kuzeyinden Fırat nehrine yaklaşık 13 km'lik sol yönlü bir atım yapmaktadır. GB yönünde devam eden bu fay, Adıyaman Çelikhan'ın güneyinden ve Gölbaşı'nın merkezinden geçerek batı yönünde yaklaşık olarak 5 km'dir (İmamoğlu, 1996). Bozkurt (2001), jeolojik verilere göre yapmış olduğu çalışmalar sonucunda Doğu Anadolu fayının yıllık kayma miktarı 6- 10 mm ve GPS'e göre 11 ± 2 mm'dir.

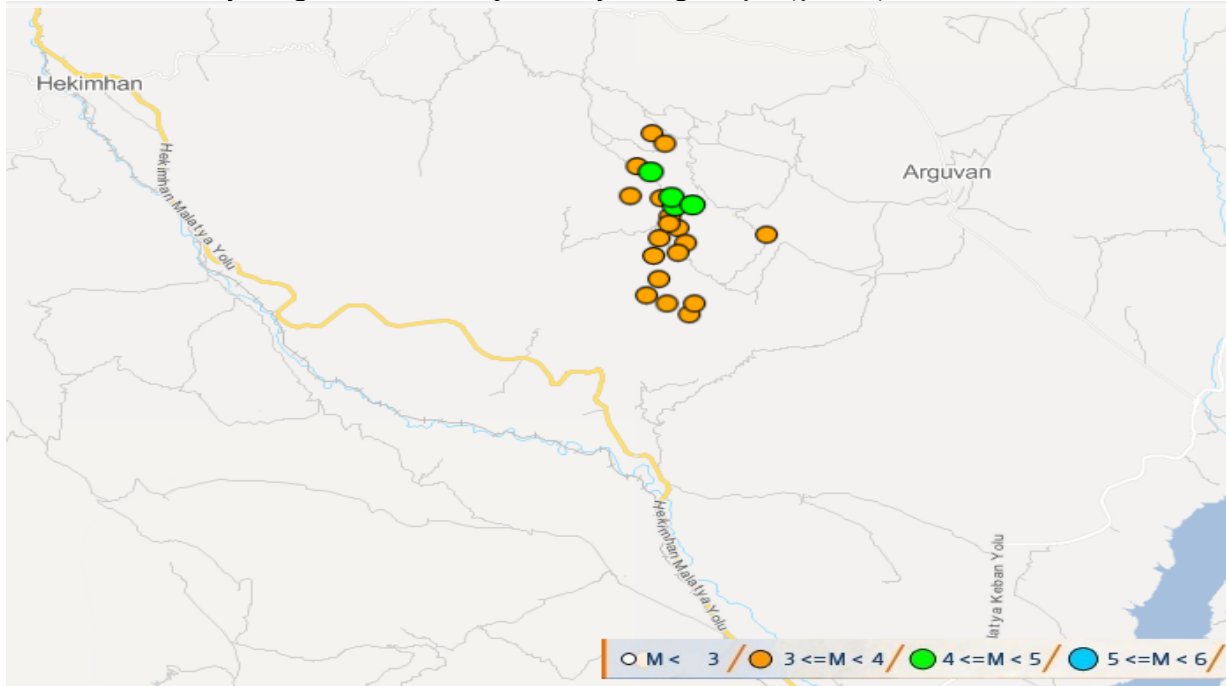


Şekil 6. Malatya'nın Deprem Bölge Haritası

Malatya DAFZ'dan sonra tehlike arz eden diğer fay hattı ise Malatya fayıdır. Bu iki fayın oluşturacağı yıkıcı depremlerden doğrudan etkilenebilecek konumundan ötürü Malatya yüksek deprem tehlikesi

altındadır. Malatya aletsel dönemlerde, 20.12.1940 tarihinde 5.8 büyüklüğünde, 14.06.1964 tarihinde 6.0 büyüklüğünde, 05.05.1986 tarihinde 5.8 büyüklüğünde, 06.06.1986 tarihinde 5.6 büyüklüğünde, 13.07.2003 tarihinde 5.7 büyüklüğünde ve 26.11.2005 tarihinde 5.7 büyüklüğünde yıkıcı depremler meydana gelmiştir. Bu depremler sonucunda 17 vatandaşımız hayatını yitirmiş ve 3839 konut ise ağır hasara uğramıştır. İl sınırlarının yaklaşık %31'i (3792 km²) I. derecede, %61'i (7440 km²) II. derece ve kalan %8'i (915 km²) III. derece deprem bölgesi içinde yer almaktadır (Şekil 6). Bu dağılım verisine göre Malatya'nın deprem potansiyelinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Palma ve Özmen, 2009).

Malatya'nın Arguvan ilçesinde 25.03.2019 tarihinde 4.5 büyüklüğünde, 28.03.2019 tarihinde 4.1 büyüklüğünde, 08.04.2019 tarihinde 4.0 büyüklüğünde ve 15.04.2019 tarihinde 4.5 büyüklüğünde olmak üzere dört deprem meydana gelmiştir. Bu depremler sonucunda herhangi bir can kaybı yaşanmamıştır. Yaşanan son depremlerin tamamı Malatya fayı üzerinde gerçekleşmiş olup Arap ve Afrika levhalarının kuzey yönüne harekete zorlamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca aynı tarihler arasında 3,0-4,0 büyüklüğünde 18 adet deprem meydana gelmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. 25.03.2019-15.04.2019 Tarihleri Arasındaki Malatya Depremleri

4. SONUÇ

Malatya merkezi, kuzeyinde Kuzey Anadolu fayı ve güneyinde Doğu Anadolu fay hattına ek olarak Batısında ise Sürgü, Doğanşehir, Yazıhan ve Hekimhan'a kadar uzanan Malatya Fayı olarak adlandırılan fay üçgeni ortasında kalmıştır. Bunlardan en tehlikesi olan Doğu Anadolu fayı başta Bingöl, Elazığ, Malatya ve Kahramanmaraş olmak üzere birçok ili doğrudan etkilemektedir. Bozkurt (2001), yapmış olduğu çalışmalar sonucunda Doğu Anadolu fayının yıllık kayma miktarı 6- 10 mm ve GPS'e göre 11 ± 2 mm kayma olduğunu belirtmiştir. Ayrıca DAFZ üzerinde yaklaşık 500 yıldır büyük bir depremin meydana gelmediği bilinmektedir. Yılda ortalama olarak yaklaşık 1 cm'e yakın ilerleme yapan DAFZ'nun 5 m'ye ulaştığında kırılması beklenmektedir. Dolayısıyla Malatya ili için büyük bir deprem olasılığı mevcuttur.

Malatya nüfusunun %65'inden fazlası kentlerde yaşamaktadır. Kentleşmede sürdürülebilirliğin en temel unsuru doğal afetlere karşı önlem alınmasıdır. Malatya için en tehlikeli ve önem arz eden doğal afet ise depremdir. Malatya ili deprem öncesi, esnası ve sonrası için hem devlet kurumları hem de bireysel şahıslar olarak hazırlıklı olması gerekmektedir. Depremle mücadele stratejisi ve konseyi kurarak olası deprem durumunda toplanma alanları, çadır, yiyecek-giyecek malzemeler, elektrik-su kaynakları gibi acil ihtiyaçlar önceden belirlenmelidir. Bina inşasında dikey yerine yatay mimariye geçilmeli ve binalar arasında esneme boşlukları uygun olarak belirlenmelidir. Belirli aralıklar ile binaların depreme karşı dayanıklılığı test edilip sıkıntılı binaların oturum ruhsatları iptal edilmelidir. Devlet ve özel olmak üzere

tüm kurumlarda en az 6 ayda bir olmak üzere deprem tatbikatı yapılmalıdır. Ayrıca bireysel şahıslar olarak ailelerinde evlerinde acil durum planları geliştirmeleri ve bu planlara uygun olarak deprem tatbikatı yapmaları hususunda bilgilendirilmelidir. Basit ilk yardım kuralları mutlaka herkes tarafından bilinmelidir ve zorunlu deprem sigortası bilincini genişletmek gereklidir.

KAYNAKÇA

- AFAD, 2018. Türkiye deprem tehlikesi haritası
- Bozkurt, E., 2001, Neotectonics of Turkey-a synthesis, *Geodinamica Acta* 14, p.3-30
- Demiral, B. and Evi, H., 2014. Malatya Metropolitan Municipality: Transformation Story from Precity To Entire City, Adnan Menderes University, Journal of Institute of Social Sciences, Vol.: 1, Special Issue
- Herece, E. ve Akay, E. (1992) “Karlıova-Çelikhan arasında Dogu Anadolu Fayı”. Türkiye 9. Petrol Kongresi Bildiriler: 361–372. Ankara.
- İmamoğlu, M.Ş. (1996) Doğu Anadolu fay zoneu Gölbaşı kesimi neotektonik özellikleri ve Gölbaşı-Saray fay kaması havzası, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 11, 176-184.
- Koçyiğit, A., 2008. Ankara ve çevresinin deprem kaynakları, Ankara’nın deprem tehlikesi ve riski çalıştay bildiriler kitabı, Mart, Ankara
- Monreo, J.S. ve Wicander, R., 2007, Fiziksel jeoloji yeryuvarının araştırılması, beşinci baskı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Çeviri Seri No:1, ss:1-642.
- Nalbant, S., McCloskey, J., Steacy, S. & Barka A. (2002). Stree accumulation and increased seismic risk in eastern Turkey. *Earth and Planetary Science Letters*, 195, 291-298.
- Özmen, B., Nurlu, M., Güler, H., Coğrafi Bilgi Sistemi ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, Ağustos 1997, 88 sayfa.
- Pampal, S. ve Özmen, B., 2009. Depremler doğal afet midir? Depremlerle baş edebilmek, Eflatun Yayınevi, 1. Basım, Ağustos, Ankara.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A. (1987) Türkiye’nin diri fayları ve depremsellikleri, *MTA Derleme No:8174*, 394
- Şengör, A.M.C., Görür, N., ve Şaroğlu, F., 1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a Case Study. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Special Publication No: 37, p..227-264.

**CoCrMo ALAŞIMININ TORNALANMASINDA MEYDANA GELEN TAKIM
AŞINMALARININ VE TALAŞ TİPLERİNİN İNCELENMESİ**

ERKAN BAHÇE

¹İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Malatya, Türkiye

ENDER EMİR

²İstiklal Üniversitesi, Elbistan MYO, Motorlu araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Otomotiv Programı, ,
Kahramanmaraş, Türkiye

CEBRİL ÖLMEZ

¹İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Malatya, Türkiye

CoCrMo alaşımları yüksek mekanik dayanımı ve biyouyumluluğu sayesinde günümüzde medikal alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tip alaşımlarda kullanım yerlerine göre talaşlı imalatları gerçekleştirilerek nihai şekilleri verilmektedir. Ancak yüksek mekanik dayanımından dolayı talaşlı imalatında takım aşınması, yüzey bütünlüğünde bozulmalar gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Ortaya çıkan bu sorunlarda ürün kalitesinde bozulmalara sebep olmakta ve işleme maliyetini arttırmaktadır. Bu nedenle CoCrMo alaşımının talaşlı imalatında işleme parametrelerinin doğru bir şekilde seçilmesi ortaya çıkabilecek problemleri olabildiğince en aza indirmektedir. Bu çalışmada da diz eklem protezlerinde kullanılan CoCrMo alaşımından döküm yolu ile üretilmiş tibia bileşenin tornalanması işleminde oluşan talaş tipleri ve kullanılan kesici takımlarda meydana gelen aşınmaları incelendi. Deneysel çalışmada 0.08-0.1-0.15 ilerleme ve 400-600-800 devir sayılarında MAZAK marka CNC torna tezgahında 55° uç açılı karbür kesici takım ile talaş kaldırma işlemi gerçekleştirildi. Her bir deneysel parametre için numuneden çıkan talaşlar incelendi. Ayrıca kesici takımda meydana gelen takım aşınmaları taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelendi. Çalışma sonucunda elde edilen deneysel verilerde ilerlemenin artışına bağlı olarak parçalı talaş tiplerinin oluştuğu, diğer yandan düşük ilerleme hızlarında ise yüksek ilerleme hızlarına göre daha düz ve sürekli talaş tiplerinin oluştuğu gözlemlendi. Ayrıca incelenen takım aşınmasında mikroskop görüntülerinde devir sayısının ve ilerleme hızının artışına bağlı olarak yan kenar aşınmalarının, çentik aşınması, çukur ve yırtılmaların oluştuğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: CoCrMo, Talaş Tipi, Takım Aşınması

INVESTIGATION OF TOOL WEAR AND CHIP TYPES OF CoCrMo ALLOY TURNING

CoCrMo alloys are widely used in medical field due to their high mechanical strength and biocompatibility. These types of alloys are produced according to their place of use and final shapes are given. However, due to its high mechanical strength, machining problems such as tool wear and surface integrity deteriorate. These problems lead to deterioration of product quality and increase the cost of processing. Therefore, the correct selection of the machining parameters in the machining of the CoCrMo alloy minimizes the problems that may arise. In this study, the types of chip formed during the turning of the tibial component produced by the casting of CoCrMo alloy used in the knee joint prostheses and the wear occurred in the cutting tools used were examined. In the experimental study, chip removal was carried out with 55° end angle carbide cutting tool in MAZAK brand CNC turning machine with 0.08-0.1-0.15 feed and 400-600-800 rpm. Chips from the sample were examined for each experimental parameter. In addition, tool wear in the cutting tool was examined by scanning electron microscope (SEM). In the experimental data obtained from the study, it was observed that, depending on the increase in the progress, different types of chip were formed and on the other hand, low feed rates were observed to be more flat and continuous types of chip were formed compared to high feed rates. In addition, it was observed that side edge wear, notch wear, pits and tears occurred due to increase in speed and speed of progression in microscope images.

Keywords: CoCrMo, Chip Type, Tool Wear

Sorumlu yazar/Corresponding author: Ender Emir/enderemir.inonu@gmail.com

1. GİRİŞ

Günümüzde kullanımı giderek yaygınlaşan CoCrMo alaşım malzemesinin talaşlı imalat işlemleri sonucunda son şekline getirilinceye kadar bazı sorunlar ile karşılaşmaktadır. Alaşımın yüksek mekanik

dayanımı nedeni ile ortaya çıkan problemler genel olarak takım aşınması, yüzey kalitesinde meydana gelen bozulmalar ve talaş kaldırma esnasında oluşan yüksek sıcaklıktır. Bu tip problemlerin deneysel yollarla kontrol altına alınıp en optimum işleme parametrelerine göre talaşlı imalatının gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir.

Literatürde CoCrMo alaşımlarının işlem sırasında ve sonrasında meydana gelen takım aşınmaları, ısı oluşumu, yüzey kalitesindeki bozulmaların incelenmesi üzerine çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Bordin ve ark. (2014) dövme ve ergitme yoluyla üretilmiş iki farklı CoCrMo alaşımının işlenebilirliği üzerine çalışma yapmışlardır. Takım aşınması üzerine elde ettikleri bulgulara işleme zamanının artışına bağlı olarak ilk 3 dakikalık periyotta almış oldukları SEM görüntülerinde kesici takımda adhezyon aşınmalarının oluştuğunu gözlemlemişlerdir. 8 dakikalık imalat süresi sonucunda elde ettikleri görüntülerde ise talaş yapışmalarının ve yan kenar aşınmalarının oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca kesme hızının artışı ile krater aşınmalarının daha geniş alan yayıldığını gözlemlemişlerdir. Tang ve ark. (2019) çeşitli sertlik seviyelerindeki AISI D2 çeliğinin kuru tornalanmasında takım aşınma performanslarının incelenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Deneysel sonuçlarda iş parçasının sertliğinin artışına bağlı olarak yanıl aşınmaların ve krater aşınmalarının belirgin bir şekilde oluştuğunu gözlemlemişlerdir.

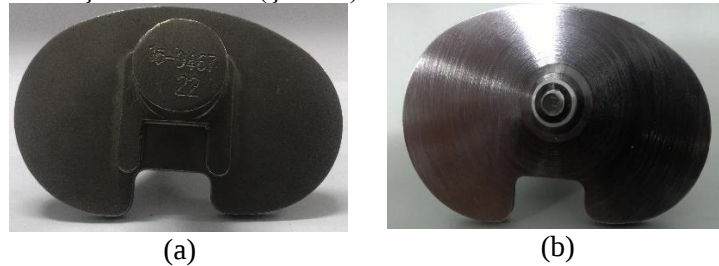
Ayrıca takım aşınması üzerine yapılan çalışmaların bir kısmı sonlu elemanlar analizi kullanılarak da gerçekleştirildiği görülmektedir. Attanasio ve ark. (2017) CoCrMo alaşımı ile benzer mekanik özelliklere sahip Inconel 718 malzemesinin delinmesinde takım aşınmasını sonlu elemanlar analizi ile incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda işleme süresinin artışına bağlı olarak yan kenar aşınmalarında artış meydana geldiğini söylemişlerdir. Attanasio ve ark. (2010) kaplamasız karbür takımların tornalama işlemine tabi tutmuşlar ve elde ettikleri deneysel sonuçları SEA ile karşılaştırmışlardır. Her iki yöntem ile elde ettikleri sonuçlarda işleme süresinin artmasına bağlı olarak krater aşınma derinliklerinin arttığını gözlemlemişlerdir.

Bu çalışmada da CoCrMo alaşım malzemesinden imal edilmiş tibia bileşenin farklı ilerleme ve devir sayılarında alın tornalanmasında meydana gelen takım aşınmaları ve talaş tipleri ve ısı oluşumun ilerlemenin etkisi ile değişimi sonlu elemanlar analizi ile incelendi.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

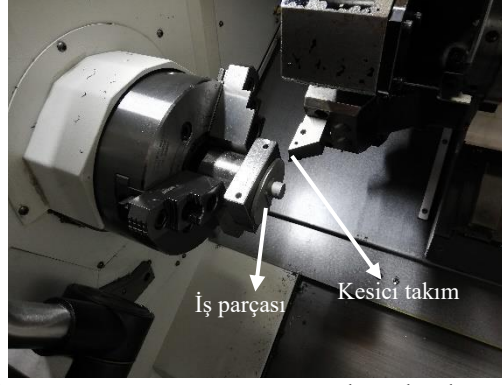
Çalışmada diz eklem protezlerinde kullanılan döküm yoluyla üretimi gerçekleştirilmiş CoCrMo alaşım malzemesine sahip tibia bileşeni kullanıldı (Şekil.1).



Şekil.1. CoCrMo Alaşımından imal edilmiş tibia bileşeni: (a) talaşlı imalat öncesi, (b) talaşlı imalat sonrası

2.2. Deneysel Prosedür

CoCrMo alaşım malzemesinin Şekil.2’de gösterilen yüzeyinden alın tornalama yapıldı. Deneyler MAZAK marka CNC torna tezgâhında gerçekleştirildi. Çalışmada deneysel parametreler Tablo.1’de verildiği gibi belirlendi ve talaş kaldırma işleminde Tablo.2’de teknik özellikleri verilen kesici takım kullanıldı.



Şekil.2. Takım ve iş parçasının CNC torna tezgahına bağlanmış haldeki görüntüsü

Tablo.1. CoCrMo alaşımının tornalanmasındaki işleme parametreleri

İlerleme (mm/rev)	Devir Sayısı (d/dk)
0.08	400
	600
	800
0.1	400
	600
	800
0.15	400
	600
	800

Tablo.2. Kesici takım malzemesi ve geometrisi

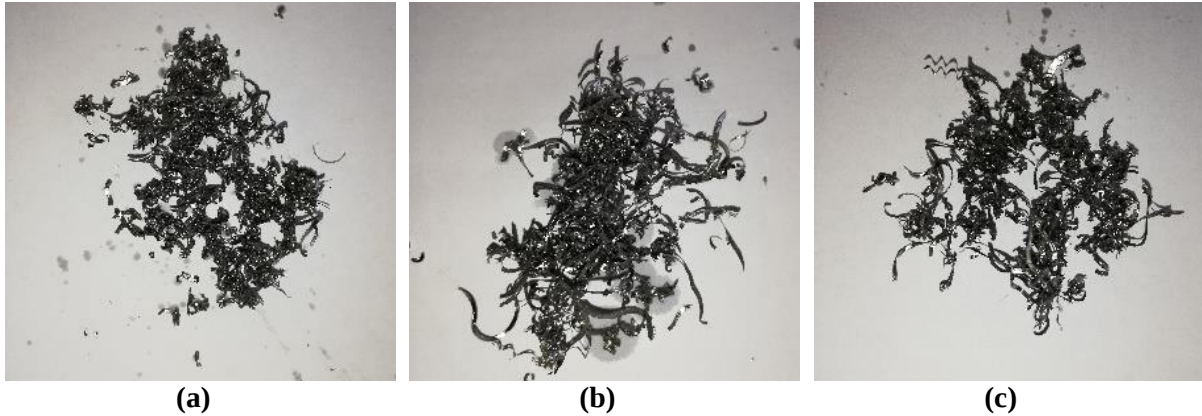
Uç açısı (°)	55
Uç yarıçapı (mm)	0.8
Malzeme	Tungsten karbür

3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Gerçekleştirilen deneyler sonucunda ilerleme değerinin değişiminin oluşan takım aşınmasına, talaş tiplerine ve boyutları üzerinde etkili olduğu görüldü. Bu nedenle elde edilen veriler talaş tip ve geometrisi ve takım aşınması olmak üzere aşağıdaki gibi iki ayrı başlık halinde incelendi.

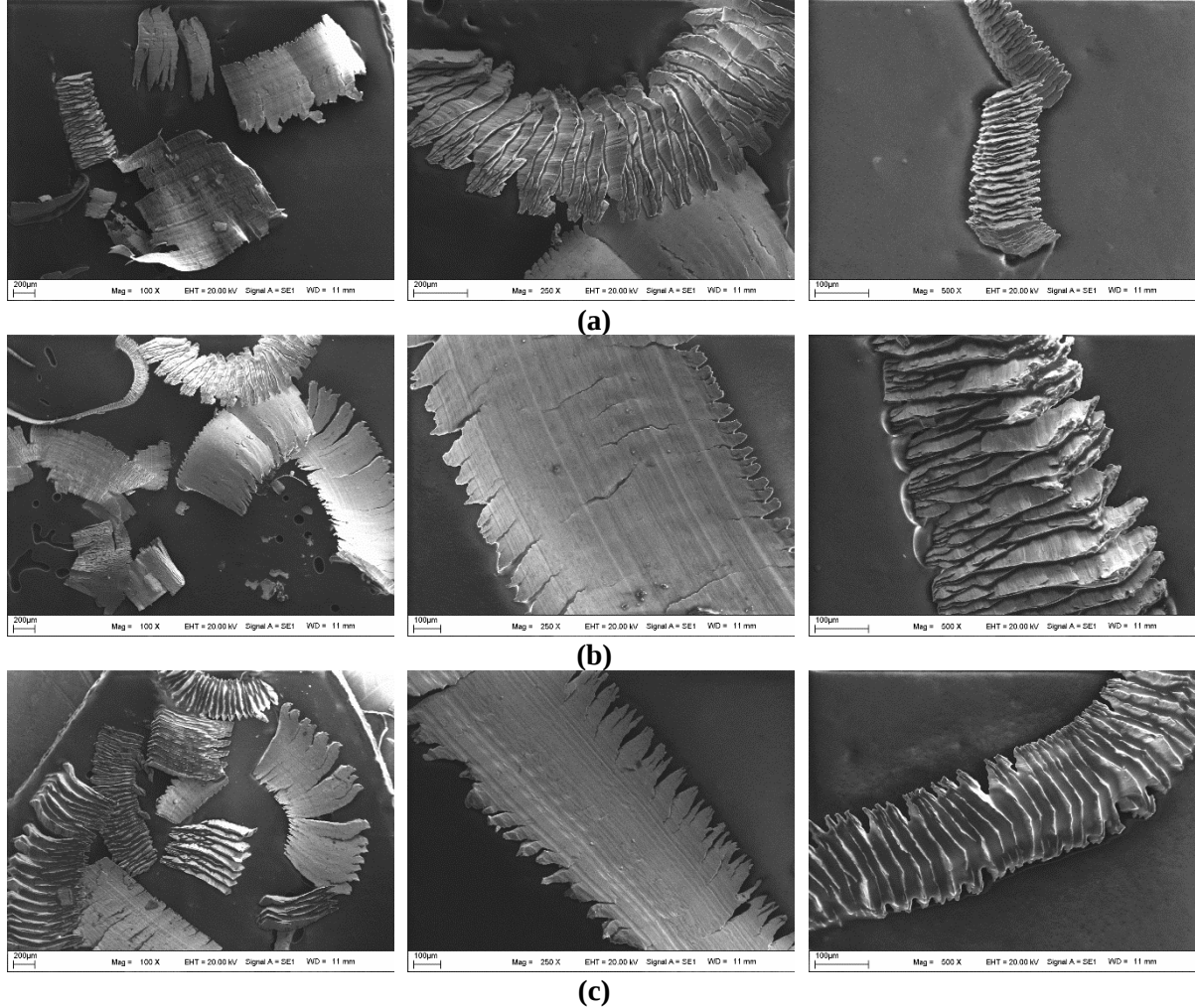
3.1. Talaş Morfolojisi

Talaş morfolojisi sabit 400 d/dk'da üç farklı ilerlemede (0.08 mm/rev, 0.1 mm/rev, 0.15 mm/rev) analiz edilmiş ve Şekil 3'de gösterilmiştir. Elde edilen talaş görüntülerinde düşük ilerleme hızında (0.08 mm/rev) süreksiz talaş tiplerinin olduğu görüldü (Şekil.3a). Daha yüksek ilerleme hızlarında ise (0.1-0.15 mm/rev) sürekli talaş tiplerinin olduğu görüldü (Şekil.3b, Şekil.3c).



Şekil.3. Talaşlı imalat sonrası oluşan talaş görüntüleri; a) 0.08 mm/rev-400 d/dk, b) 0.1 mm/rev-400 d/dk, c) 0.15 mm/rev-400 d/dk

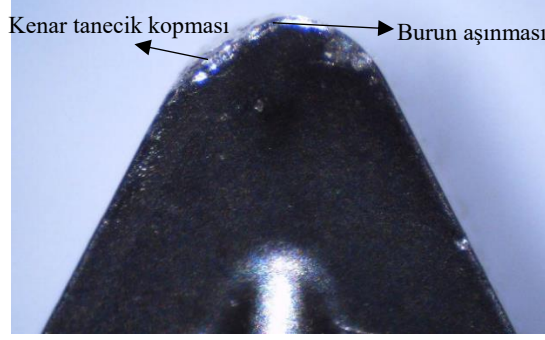
Şekil.4, farklı ilerleme, 400 d/dk sabit devir sayısında talaş morfolojilerinin SEM görüntüleri verilmiştir. İlerlemenin artışına bağlı olarak talaş morfolojisinde belirgin bir şekilde testere dişi formunda yapıların oluştuğu görüldü. Bu durum alaşımın tornalanmasında kesme bölgesinde meydana gelen gerilmelerin lokalize olması ve iş parçası malzemesinin plastik akışında dengesizlik meydana gelmesi ile açıklanmaktadır (Zhu ve ark. 2018). Ayrıca testere dişi oluşumu, kesim bölgesindeki sıcaklığın artmasından dolayı daha yüksek ilerleme hızında yoğun olarak oluşmaktadır.



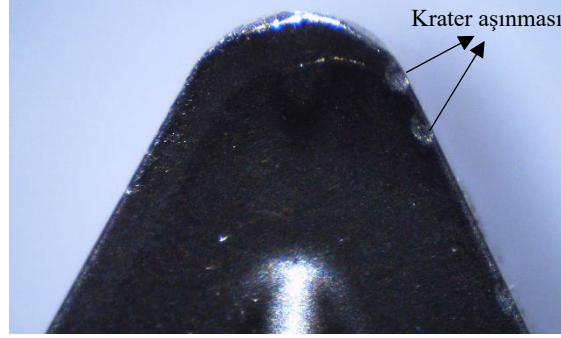
Şekil.4. Farklı ilerlemeler sonucunda oluşan talaş morfolojileri; a) 0.08 mm/rev, b) 0.1 mm/rev, c) 0.15 mm/rev

3.2. Takım Aşınması

Elde edilen mikroskop görüntülerinde ilerleme artışının takım aşınması üzerinde önemli derecede etkili olduğu görüldü. Görüntüler incelendiğinde sabit 400 d/dk'da ilerlemenin artışına bağlı olarak burun aşınması ve kenar tanecik kopmalarının boyutlarının belirgin bir şekilde artış göstererek oluştuğu görüldü (Şekil.5). Ayrıca takım-iş parçası arasında sıcaklık oluşumuna bağlı olarak ortaya çıkan kimyasal etkileşim sonucunda da Şekil.6'de gösterilen krater aşınmaların oluştuğu gözlemlendi.

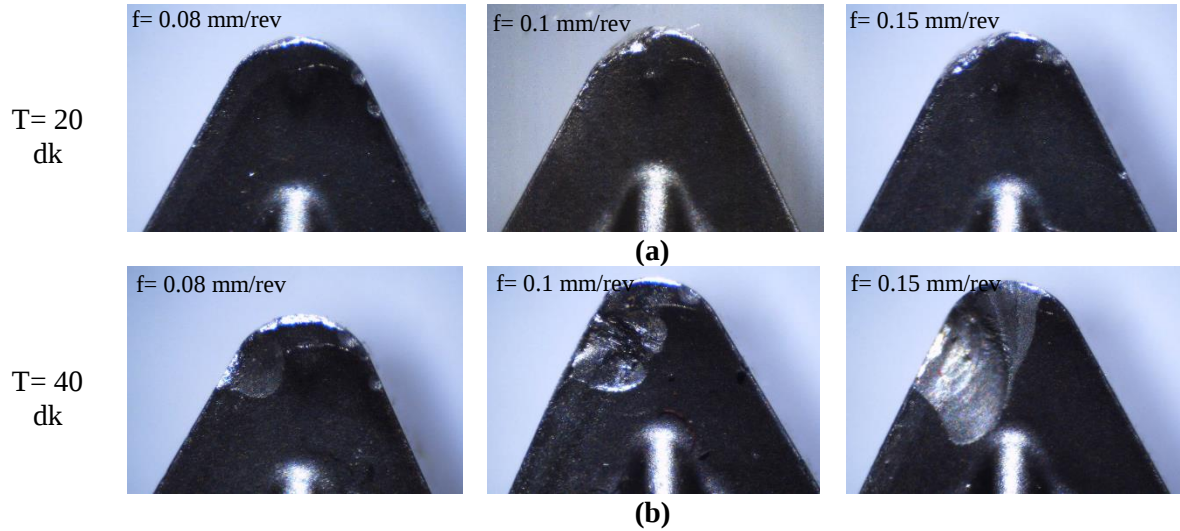


Şekil.5. Kesici takım burun ve kenar tanecik aşınması

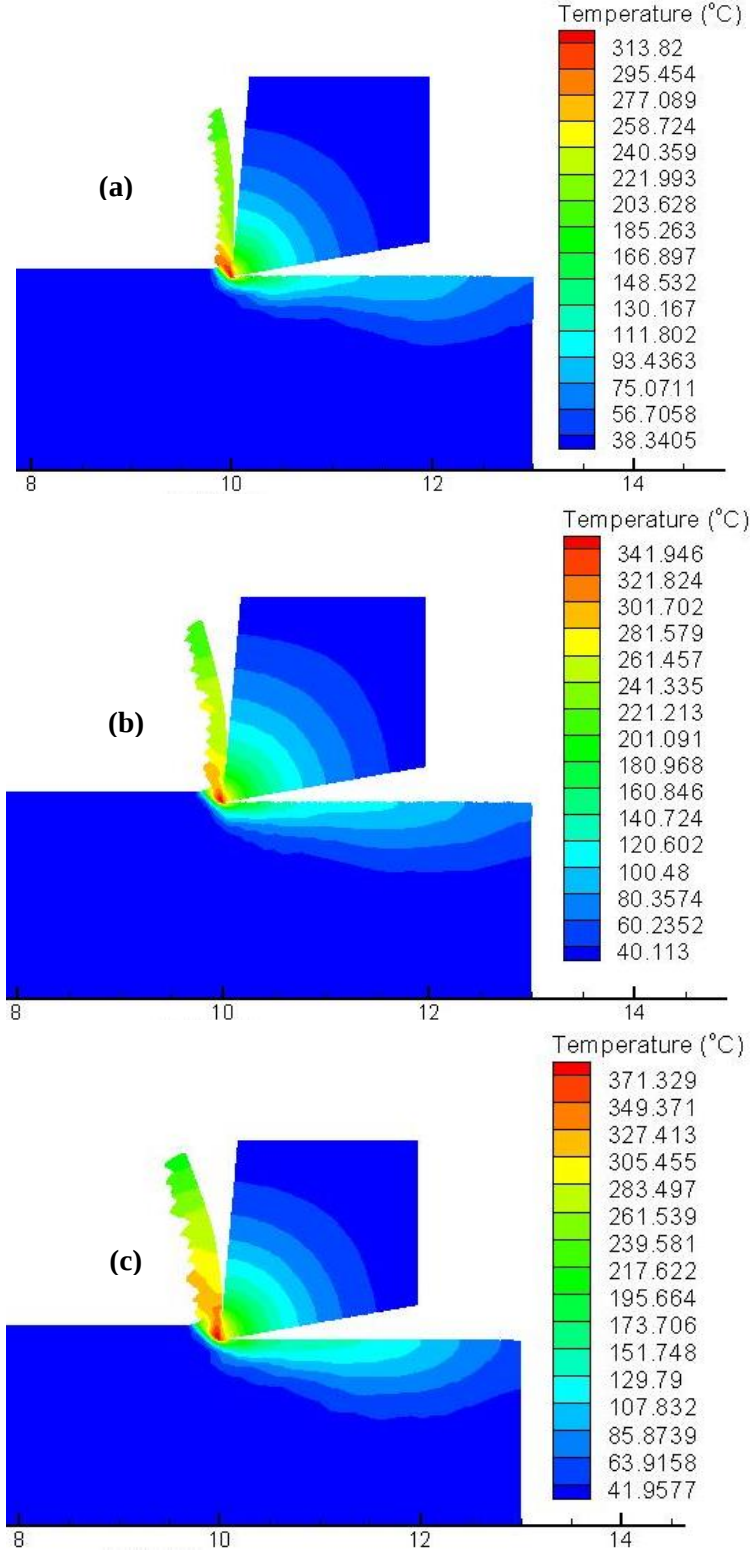


Şekil.6. Krater aşınması

İmalatın ilk 20 dakikası sonunda alınan mikroskop görüntülerinde oluşan burun, krater ve kenar tanecik aşınmalarının 40 dakika sonunda oluşan aşınma büyüklüklerinde belirgin bir artış meydana geldiği görüldü (Şekil.6). Meydan gelen bu artış imalat esnasında ilerlemenin artışı ile birim zamanda kaldırılan talaş miktarının artması ve bu durum sonucunda iş parçası ve takım arasındaki sıcaklığın giderek artmasından kaynaklı oluşmaktadır (Alojali ve ark. 2016; Balaji ve ark. 2018; Jagadesh ve ark. 2016; Gresezik ve ark. 2018). Nitekim gerçekleştirilen sonlu elemanlar analizlerinde de ilerlemenin artışına bağlı olarak oluşan sıcaklık dağılımı modellenmiş ve elde edilen sonuçların deneysel sonuçları destekler nitelikte olduğu görüldü (Şekil.7). Simülasyon sonucunda 0.08 mm/rev ilerlemede maksimum 313.82°C, 0.1 mm/rev ilerlemede 341.946°C ve 0.15 mm/rev ilerlemede ise 371.329°C sıcaklık değerleri elde edildi.



Şekil.6. İlerlemenin artışına bağlı oluşan burun aşınması; a) 20 dakika sonunda b) 40 dakika sonunda



Şekil.7. SEA ile ilerlemenin artışına bağlı oluşan sıcaklık dağılımı; a) 0.08 mm/rev, b) 0.1 mm/rev, c) 0.15 mm/rev

4. GENEL SONUÇLAR

Çalışma sonucunda elde edilen deneysel sonuçlar aşağıda verildiği gibidir.

1. İlerleme hızının artması ile sürekli talaş oluşumunun meydana geldiği gözlemlendi.
2. Talaş morfolojilerinde yaygın olarak testere dişi formu yapıların oluştuğu görüldü.

3. İlerlemenin artışına bağlı olarak kesici takımında mekanik aşınmalar, çentik aşınmaları ve burun aşınmasının meydana geldiği görüldü.
4. İşleme zamanının artmasına bağlı olarak takım uç kısımlarında meydana gelen aşınmaların boyutsal olarak büyüdüğü görüldü.
5. SEA analizi ile gerçekleştirilen simülasyonlar sonucunda maksimum sıcaklık oluşumunun 0.15 mm/rev ilerlemede gerçekleştiği görüldü.

Teşekkür

Çalışmada sağladıkları malzeme temini ve atölye olanaklarından dolayı OTİMED (Ottoman) Grup İmplant A.Ş.'ye teşekkürlerimizi sunarız.

Referanslar

- Alojali, H. M., & Benyounis, K. Y. (2016). Advances in Tool wear in Turning Process. Reference Module in Materials Science and Materials Engineering. doi:10.1016/b978-0-12-803581-8.04031-5
- Attanasio, A., Ceretti, E., Fiorentino, A., Cappellini, C., & Giardini, C. (2010). Investigation and FEM-based simulation of tool wear in turning operations with uncoated carbide tools. *Wear*, 269(5-6), 344–350. doi:10.1016/j.wear.2010.04.013
- Attanasio, A., Faini, F., & Outeiro, J. C. (2017). FEM Simulation of Tool Wear in Drilling. *Procedia CIRP*, 58, 440–444. doi:10.1016/j.procir.2017.03.249
- Balaji, M., Venkata Rao, K., Mohan Rao, N., & Murthy, B. S. N. (2018). Optimization of drilling parameters for drilling of Ti-6Al-4V based on surface roughness, flank wear and drill vibration. *Measurement*, 114, 332–339. doi:10.1016/j.measurement.2017.09.051
- Bordin, A., Ghiotti, A., Bruschi, S., Facchini, L., & Bucciotti, F. (2014). Machinability Characteristics of Wrought and EBM CoCrMo Alloys. *Procedia CIRP*, 14, 89–94. doi:10.1016/j.procir.2014.03.082
- Grzesik, W., Niesłony, P., Habrat, W., Sieniawski, J., & Laskowski, P. (2018). Investigation of tool wear in the turning of Inconel 718 superalloy in terms of process performance and productivity enhancement. *Tribology International*, 118, 337–346. doi:10.1016/j.triboint.2017.10.005
- Jagadesh, T., & Samuel, G. L. (2016). Finite Element Simulations of Micro Turning of Ti-6Al-4V using PCD and Coated Carbide tools. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 98(1), 5–15. doi:10.1007/s40032-016-0271-8
- Tang, L., Sun, Y., Li, B., Shen, J., & Meng, G. (2019). Wear performance and mechanisms of PCBN tool in dry hard turning of AISI D2 hardened steel. *Tribology International*, 132, 228–236. doi:10.1016/j.triboint.2018.12.026
- Zhu, Z., Guo, K., Sun, J., Li, J., Liu, Y., Chen, L., & Zheng, Y. (2018). Evolution of 3D chip morphology and phase transformation in dry drilling Ti6Al4V alloys. *Journal of Manufacturing Processes*, 34, 531–539. doi:10.1016/j.jmapro.2018.07.001

HAP KAPLANMIŞ MATKAP İLE KEMİK DELİNMESİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ

ERKAN BAHÇE

¹İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, TÜRKİYE

CEBRAİL ÖLMEZ

¹İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, TÜRKİYE

Ö. CEREN AKBAY

¹İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, TÜRKİYE

ÖZET

Günlük hayatta karşılaşılan kazalar veya travmalar sonucunda iskelet sisteminde kırıklar ve bozulmalar meydana gelmektedir. Karşılaşılan bu tür sorunların tedavisi için biyo-uyumlu plakalar ve vidalar kullanılır. Plakaların, vidalar tarafından sabitlenmesi için uygun ölçülerde ki matkap ucuyla kemiklerde delme işlemi gerçekleştirilir. Kemiklerin delme işlemi sırasında, kemik ile matkap ucu arasında ki sürtünme ve aşınmadan dolayı sıcaklık artışı meydana gelir. Delme sırasında sıcaklığın artması kemik hücrelerinin ölümü olarak adlandırılan osteonekroza sebep olur. Osteonekroz oluşumu kritik sıcaklık olarak ifade edilen 47°C sıcaklığının üzerinde meydana gelmektedir. Osteonekrozun meydana gelmesi tedavi sonrasında, kullanılan vidaların kemik içerisinde gevşemesine ve konumunun bozulmasına sebep olmaktadır. Kemiklerin düşük ısı iletkenlik özelliği nedeniyle işlem sırasında oluşan ısının bir kısmı talaş ile dışarı atılırken, oluşan ısının büyük bir kısmı kemik ve kesici takım üzerinde kalır. Bu durum osteonekroz oluşumunu hızlandırmaktadır. Bunun yanı sıra kemik delme işleminde işleme parametreleri, kesici takımın türü ve geometrisi osteonekroz oluşumunda etkisi olduğu gibi yüzey pürüzlülüğüne, delaminasyona, talaşın kesici takım üzerine sıvanmasına ve kesici takımın aşınmasından dolayı kemiğe metal parçacıklarının geçişinde etkilidir. Bu etkenler istenilen düzeyde olmazsa kemikler arasında ki bağlantıyı sağlayan plakların düzgün konumdan ayrılmasına veya kırılması gibi sonuçlarla karşılaşılır. Bu durumları ortadan kaldırmak için değişken işleme parametrelerinin kullanıldığı, farklı matkap uçlarının tasarlanarak işleme yapıldığı, kapalı devre soğutma sistemiyle sıcaklık artışının önlenmesi gibi farklı çalışmalar mevcuttur.

Bu çalışma da kemiklerin mineral yapısına benzerliğinden dolayı kalsiyum fosfat seramikler grubu arasında bulunan Hidroksiapatit malzemesiyle kaplanmış matkap ucunun, kemiklerin delinmesi sırasında, farklı işleme parametrelerine bağlı olarak sıcaklık, yüzey pürüzlülüğü, takım aşınması, delik kesitinin daralması ve genişlemesi gibi etkenlerin deneysel olarak incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneysel çalışmada hidroksiapatit kaplı matkap ucunun geleneksel yöntemlere göre daha az aşındığı, aşınma sırasında hidroksiapatitin büyük bir kısmının kemik içerisine geçiş yaptığı gözlemlendi. İlerlemenin artması ile korteks bölgesinin pürüzlülüğünün arttığı, devir sayısının artması ile pürüzlülüğün azaldığı tespit edilmiştir. Sıcaklığın ise ilerlemenin ve devirin artmasıyla yükseldiği ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: HA, kemik, delme, Osteonekroz, sıcaklık.

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF BONE DRILLING WITH A HA COATING DRILL

Abstract

As a result of accidents or traumas in daily life, fractures and disruptions occur in the skeletal system. Biocompatible plates and screws are used to treat such problems. Drilling in bones is carried out with drill bits of suitable size for fixing plates by screws. During the drilling process, the temperature increases due to friction and wear between the bone and the drill bit. Increased temperature during drilling causes osteonecrosis, which is called death of bone cells. The formation of osteonecrosis occurs above the temperature of 47 °C, expressed as critical temperature. The occurrence of osteonecrosis leads to loosening and disruption of the screws used in the bone after the treatment. Due to the low thermal conductivity of the bones, some of the heat generated during the process is ejected by sawdust, while a large part of the heat remains on the bone and cutting tool. This situation is accelerating the development of osteonecrosis. In addition, the processing parameters in the bone drilling process, the type and

geometry of the cutting tool have an effect on the formation of osteonecrosis, as well as the effect of surface roughness, delamination, swarf on the cutting tool and the transition of metal particles to the bone due to the wear of the cutting tool. If these factors are not at the desired level, the results of the separation of the plaques that provide the connection between the bones are broken or broken. In order to eliminate these situations, there are different studies such as using variable processing parameters, designing and processing different drill bits and preventing temperature increase by closed circuit cooling system.

In this study, due to the similarity of the bones to the mineral structure, the drill bit coated with the hydroxyapatite material between the calcium phosphate ceramics group, during the drilling of the bones, was subjected to experimental investigation of the factors such as temperature, surface roughness, tool wear, narrowing and expansion of the hole section depending on the different processing parameters. In the experimental study, it was observed that the hydroxyapatite coated drill bit was less worn than the traditional methods and during the wear a large part of the hydroxyapatite passed into the bone. It has been determined that the roughness of the cortex region increases with the increase of the progression, and the roughness decreases with the increase in the number of revolutions. It was measured that the temperature increased with the increase of the progression and speed.

Keywords: HA, bone, drilling, osteonecrosis, temperature.

1.Giriş

Günlük hayatta karşılaşılan spor yaralanmaları, kazalar, travmalar gibi durumlarda iskelet ve kas sisteminde bozulmalar meydana gelmektedir. Meydana gelen bu bozulmaların tedavisinde bazen sargı veya alçılar ile yapılırken, daha ağır durumlarda cerrahi müdahaleye gerek vardır. Cerrahi operasyonlar yapılırken konumu bozulmuş kemikler delinip vidalar, plakalar ve teller kullanılarak kırık kemikler birbirine sabitlenir. Delinmiş kemiğin yüzey bütünlüğü, yüzeyin kalitesi, vida-plaka bileşenleri operasyon sonrasında tedavi edilen bölgenin dayanımını etkilemektedir.

Kemik kırıklarının tedavisinde kullanılan bu yöntem metal parçalarının matkap ile işlenmesi yöntemine oldukça benzemektedir. Kemik delme işleminde de manuel, pnömatik ve elektrik matkapları kullanılır. İşleme sırasında kesici takım ile kemik arasındaki sürtünmeden dolayı ısı açığa çıkmaktadır. Bu açığa çıkan ısı sıcaklık artışına neden olur. Kemiğin düşük ısı iletkenliği nedeniyle ortaya çıkan sıcaklığın büyük bir kısmı kemik içerisinde kalmaktadır. Meydana gelen bu sıcaklık kritik sıcaklık olarak adlandırılan 47 °C'nin üzerine çıkması durumunda, kemik doku hücrelerinin ölmesi olarak da adlandırılan Osteonekroza neden olmaktadır. Osteonekroz oluşumu operasyon sonrasında vidaların tutunma kabiliyetini etkilemekte ve iyileşme sürecinde plakaların tekrardan konumunun bozulmasına sebep olmakta ve hatta kemiklerin tekrardan kırılması meydana gelebilmektedir.

Kemiklerin delinmesi işleminde osteonekroz oluşumu kadar delinmiş yüzeyin pürüzlülüğü, yüzey bütünlüğü gibi etmenlerde vida-plak tutunma kabiliyeti etkilenmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı delme yöntemleri, yeni matkap tasarımları, sonlu elemanlar analizleri, soğutmanın etkisi üzerine farklı kemik delme çalışmaları yapılmıştır.

Literatüre bakıldığında kemiklerin delinmesi işlemi üzerine yapılan çalışmalarda Gupta ve ark. (2017) yapmış oldukları çalışmada domuzdan alınmış orta diafiz kemiğin geleneksel ve ultrasonik kemik delme işlemi olmak üzere iki farklı delme yöntemi kullanılarak, delinen kemikte oluşan mikro çatlaklar ve kortikal kemik de vidaların çekme dayanımı incelemişlerdir. Taramalı elektron mikroskopisi kullanılarak mikro çatlaklar ve yüzey morfolojisine bakmışlardır. Aldıkları sonuçlara göre ultrasonik delme işlemi, geleneksel kemik delme yöntemine göre kemik deliğinin iç yüzeylerinde üretilen mikro çukurların sayısında ve boyutlarında düşüş olduğunu gözlemlemişlerdir. Daha yüksek bir dönme hızının ve daha düşük bir ilerleme hızının daha az hasara neden olduğunu belirtmişlerdir. Kortikal kemikte yaptıkları biyomekanik çekme testinde vidaların, ultrasonik işlemede daha olumlu sonuçlar verdiğini ve ultrasonik işleminin, geleneksel işlemeye göre çekilme kuvvetinin daha yüksek (%55-385) olduğunu ifade etmişlerdir. Straoveski ve ark. (2015) yaptıkları deneysel çalışmada 4,5 mm çaplı matkap ile sığır tibia'nın geleneksel kemik delme işlemini uygulamışlardır. Deneysel çalışma üç eksenli mini frezede, üç farklı dönme hızında ve ilerleme de gerçekleştirmişlerdir. Yapılan sıcaklık ölçümlerinde düşük ilerleme ve düşük devirlerde sıcaklığın osteonekroz seviyesinin üstüne çıktığını belirtmişlerdir. Ayrıca deneysel çalışmada işleme parametrelerinin kuvvetler üzerinde etkili olduğu ve ilerlemenin artmasıyla yüksek kuvvetlerin ortaya çıktığını saptamışlardır. Hou ve ark. (2016) sonlu elemanlar metodu (SEM)

yaptıkları çalışmada dört farklı matkap tipi kullanmışlardır. Sonlu elemanlar analizleri sonucunda Lehimli adimli matkabın 45.9 °C sıcaklığa sebebiyet olduğu ve Lehimli PCBN(Tungsten karbür) kaplı matkabın yüksek işleme parametrelerinde çok yüksek sıcaklıklara çıktığını (113,2°C) belirtmişlerdir. Tai ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada termal hasara dayalı sıralı kemik delme yöntemini geliştirmek amacındadırlar. Kemik delme işlemi Sonlu Elemanlar yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıralı bir şekilde üç farklı sırada dokuz delme işlemi yapmışlardır. Alınan sonuçlarda sıcaklık riskini azaltabilmek için bükümlü matkabın daha iyi sonuçlar verdiği ve K-teli kullanımı halinde ise sıralı optimizasyon kullanılarak hasarlı alanın %18'e kadar azaltılabileceği ifade edilmiştir. Zhibin ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada robot tabanlı ultrasonik delme yöntemi kullanılarak, sıgır kortikal kemiğe delme işlemi gerçekleştirilerek, işleme parametrelerine bağlı olarak sıcaklığın değişimini incelemişlerdir. Titreşim frekansını 24,1-41 kHz arasında titreşim genliğini ise 150-160 µm seviyelerinde seçmişlerdir. Yüksek titreşim frekansı ve yüksek dönme hızlarında sıcaklığın osteonekroz kritik sıcaklığını geçtiğini ve sıcaklığı 50,49 °C olarak ölçmüşlerdir. Sezek ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada farklı kemik delme işleme parametrelerine bağlı olarak meydana gelen sıcaklıkları sonlu elemanlar metodunu kullanarak, ortopedi operasyonlarda ki kemik delme işlemini modellemişlerdir. 4 farklı dönme hızında ve 3 farklı ilerleme de analizleri gerçekleştirmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre minimum sıcaklıklar 200 ile 400 dev/dak dönme hızlarında elde etmişlerdir. İlerleme ile sıcaklık arasında ters orantının olduğunu tespit etmişlerdir. Augustin ve ark. (2008) çalışmalarında işleme parametrelerinin işleme parametrelerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan deneysel çalışmada su ile soğutma yapıldığında sıcaklıkların kritik sıcaklığın altında olduğunu ölçmüşlerdir. Matkap çaplarının etkisine bakıldığında ise 2,5 ve 3,2 mm de ki matkaplarda 47 °C'nin altında sıcaklıkların oluştuğunu ifade etmişlerdir. Harici sulama işlemi yapılmadığında aynı işleme parametrelerinde 10-22 °C arasında sıcaklığın düştüğünü ifade etmişlerdir. Yüksek dönme hızlarında (1140-1820 rpm) kritik sıcaklığın üzerine çıktığını ölçmüşlerdir. Bachus ve ark. (2000) yaptıkları deneysel çalışmada delme kuvvetlerinin farklılıklarına bağlı olarak kortikal doku da sıcaklıkların tespitini yapmışlardır. İnsan kadavrası üzerine yapılan çalışma da 820 rpm dönme hızı ile kemik delmeyi gerçekleştirmişlerdir. Kuvvetin 57 N DAN 130 N'a yükseltilmesi ile sıcaklığın 57 °C den 33,22 °C'ye kadar düştüğü belirtilmiştir. Karaca ve ark. (2016) yaptıkları deneysel çalışmada Titanyum Boron Nitrit kaplı matkap uçlarıyla, tavşanlardan alınan tibiaların 3 farklı basınç kuvveti (5,10,20 N) ve 3 farklı delme hızı (230-370-570 dev/dak) ile 3 delik işlemi gerçekleştirmişlerdir. Kemikte oluşan sıcaklığın delme süresi ve derinliğe bağlı olarak değişim gösterdiği ifade edilmiştir. Yüksek delme hızına kıyasla düşük hızlarda kemikte oluşan sıcaklığın arttığı ve kemik rejenerasyonunun daha iyi olduğunu saptamışlardır. Matkap uçlarındaki titanyum boron nitrit kaplamanın kemikte oluşan sıcaklığa ve yapısına etki etmediği saptanmıştır. Yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre optimal delme hızı 230 dev/dak ve basıncın 20N olduğunu gözlemlemişlerdir.

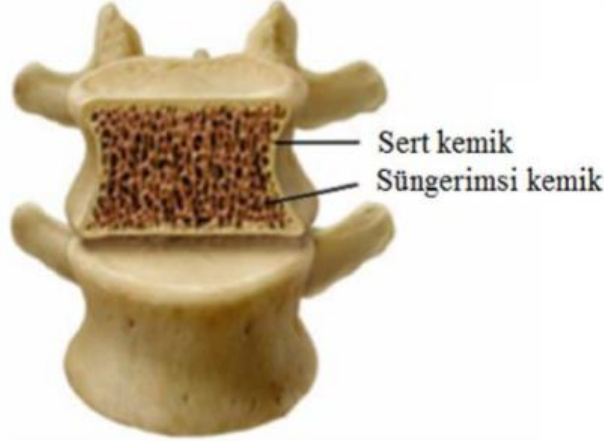
2.MATERYAL ve METOT

2.1 Kemiğin Yapısı

Kemikler, kortikal kemik olarak adlandırılan dıştaki sert kemik ile süngerimsi olarak adlandırılan içteki yumuşak kemikten oluşmaktadır. Kortikal bölge sert bir yapıya sahipken, süngerimsi bölge (spongiöz) yumuşak ve peteğe benzeyen bir yapıya sahiptir (Şekil 1). Kimyasal olarak %73 Kalsiyum ve %27 Fosfatdan oluşan kemiğin yoğunluğu ortalama 1800-2000 kg/m³ olup, mekanik özellikleri ise Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo. 1. Kemiğin mekanik özellikleri

Özellik	Değer
Çekme Gerilmesi (Mpa)	65
Basma Gerilmesi (Mpa)	200
Elastisite (%)	1.5
Sertlik (HRC)	70.36
İletkenlik (W/mK)	0.1-0.3
Yoğunluk (Kg/m ³)	1800
Özgül Isı (J/KgK)	1300



Şekil.1. Kabuksu ve süngerimsi kemik

2.2 Hidroksiapatit kaplı matkap

Kemik delme işlemlerinde genellikle manuel, elektrik ve pnömatik matkaplar kullanılmaktadır. Bu çalışmada kemik delinmesi esnasında oluşan sıcaklığın ve kemiğe geçen partikülün incelenmesi açısından, kalsiyum fosfat seramikler grubundan olan ve kemiğin mineral yapısına benzeyen hidroksiapatit kaplı matkap kullanılmıştır. 100 ml etanol içerisine 5,923 gr saf hidroksiapatit konularak 24 saat manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Çözelti daha sonra 24 saat oda sıcaklığında yaşılandırılmıştır. Matkap uçları kaplandıktan sonra 70 °C de 10 dakika kurutulmuştur. Kurutulma işlemi bittikten sonra matkap uçları 500 °C de 1 saat sinterlenmiştir.(Şekil.2)



Şekil. 2. Hidroksiapatit kaplı matkap ucu

2.3 Deneysel Parametreler

Kemik delme işlemleri sıgırdan alınan kemiğin CNC dik işleme tezgahında, üç farklı ilerleme ve üç farklı devirde gerçekleştirilmiştir. (Şekil 3) Deneyde kullanılan parametreler Tablo. 2 de verilmiştir.



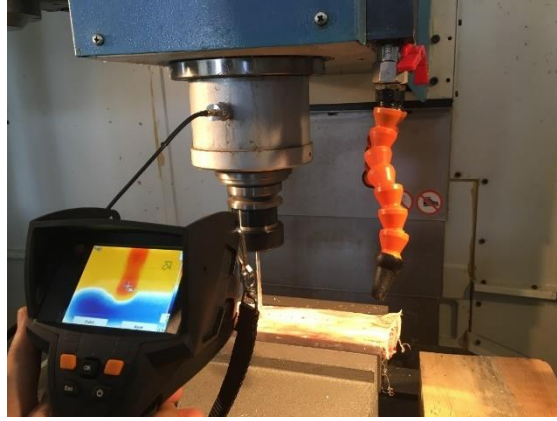
Şekil. 3. Deneyde kullanılan kemik örneği

Tablo.2. Deneyde kullanılan işleme parametreleri.

Devir sayısı (dev/dak)	İlerleme (mm/dak)	Matkap çapı(mm)
500-1000-1500	0.1-0.2-0.3	3.2

2.4 Sıcaklığın Ölçümü

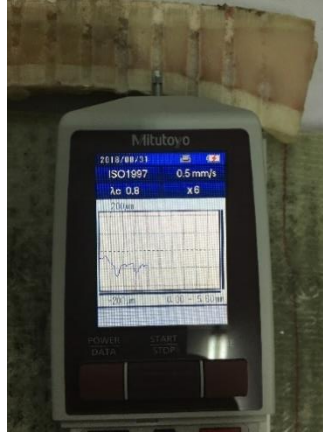
Kemiklerin delinmesi sırasında açığa çıkan sıcaklığın ölçülmesi için Testo 875 marka infrared termal kamera kullanılmıştır (Şekil.4). Termal kameranın emmisivite kalibrasyonunu için deney düzeneği hazırlanmış ve kalibrasyon sağlanmıştır. Sonuçların kesin değerler verebilmesi için deney öncesinde bir çok ölçüm gerçekleştirilmiştir.



Şekil.4. Deneyde kullanılan Testo 875 marka İnfrared termal kamera

2.5. Delik Pürüzlülüğünün Ölçümü

Kemik delme işlemi gerçekleştirildikten sonra vidanın tutunma kabiliyetini etkileyen en büyük faktörlerden biri de pürüzlülüktür. Yapılan deneysel çalışmada deliklerin yüzey pürüzlülüğü ölçüm hassasiyeti 0.001 μ m olan MITUTOYO SJ-210 cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Pürüzlülük ölçümü, cut off mesafesi 0.8 mm, prob ilerleme hızı 0.5 mm/sn alınarak Ra cinsinden belirlendi. Kemik üzerindeki deliklerden tam kesit alınarak deliğin yüzeyinden ortalama pürüzlülük değerlerinin ölçümleri gerçekleştirildi. (Şekil.5)

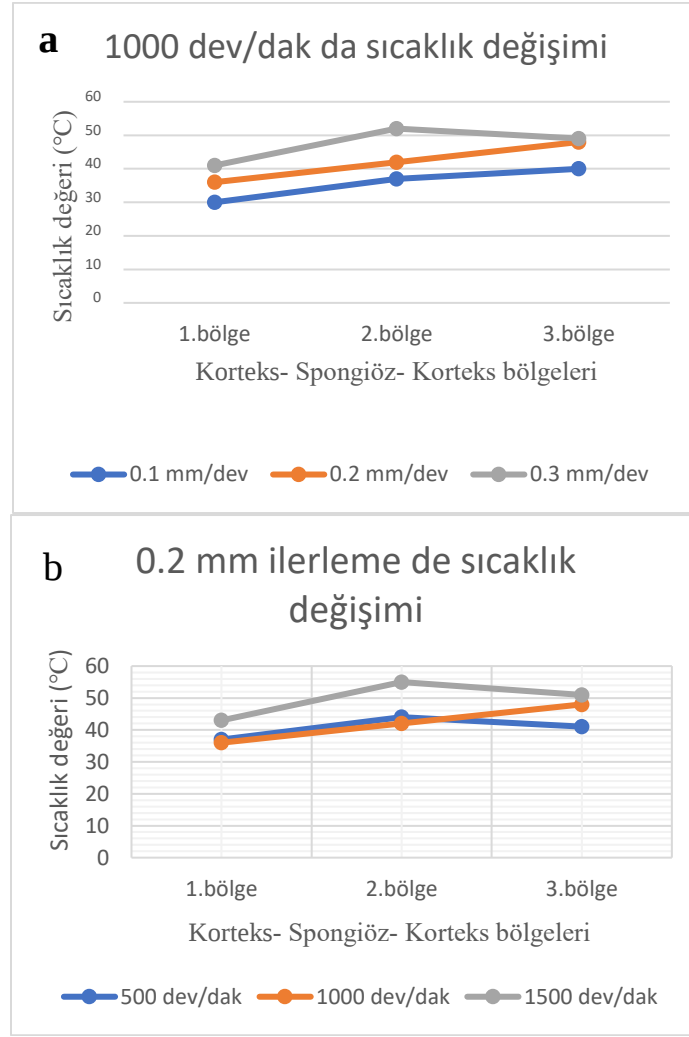


Şekil.5. Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde kullanılan MITUTOYO SJ-210 cihazı

3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

3.1. İşleme Parametrelerinin Kemik Delinme Sıcaklığına Etkisi

Delme esnasında işleme parametrelerinden devir sayısı ve ilerlemenin sıcaklık üzerindeki etkilerini görmek amacıyla Şekil. 6'daki grafikler çizdirildi.

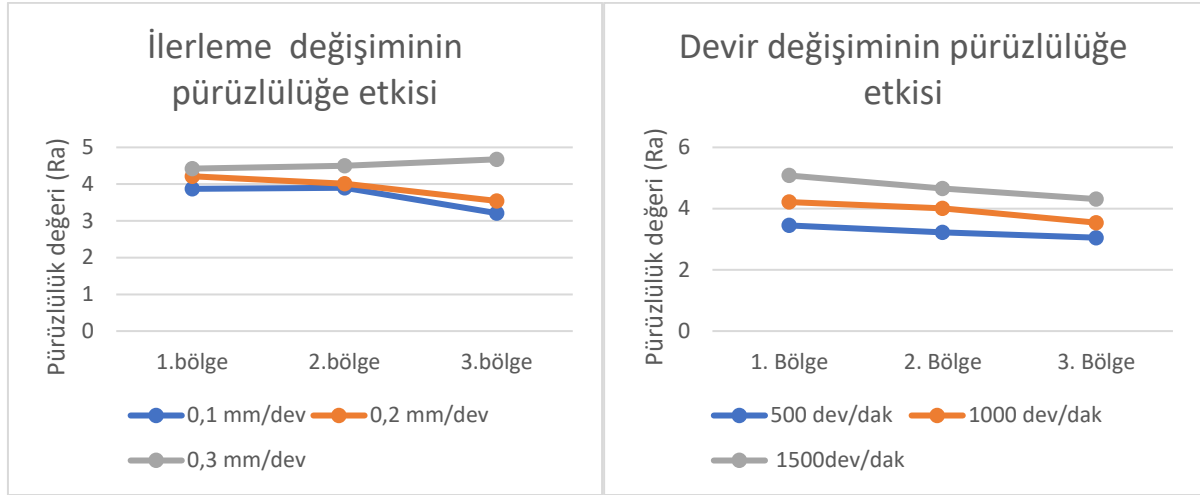


Şekil. 6. 1000 dev/dak da farklı ilerleme de sıcaklık değerleri(a), 0.2 mm sabit ilerlemede sıcaklık değişimi(b)

Şekil 6' daki grafikler incelendiğinde, sabit devir sayılarında ilerlemenin artması ile sıcaklığın arttığı yüksek ilerleme de kritik sıcaklık olan 47 °C'nin üzerinde olduğu ölçülmüştür. Sabit ilerlemelere bakıldığında özellikle 1500 dev/dak da bu kritik sıcaklığın üzerinde olduğu bulunmuştur. Kemiklerin delinmesi talaş kaldırma işlemi gibi termo-mekanik bir sürecin birleşimidir. Bu süreçte, takım-kemik talaşı ve takım-kemik ara yüzeyleri boyunca sürtünme ve plastik deformasyonun bir sonucu olarak ısı meydana gelmektedir (Tay, 1993). Kayma enerjisi hem kesme hızı hem de ilerleme hızının bir fonksiyonu olarak devir başına ilerlemenin artmasıyla artmaktadır (Gök K. 2014). Yapılan ölçümler literatürü de desteklemekte olup devirin artması sıcaklığı arttırdığı saptanmıştır.

3.2. İşleme Parametrelerinin Delik Pürüzlülüğüne Etkisi

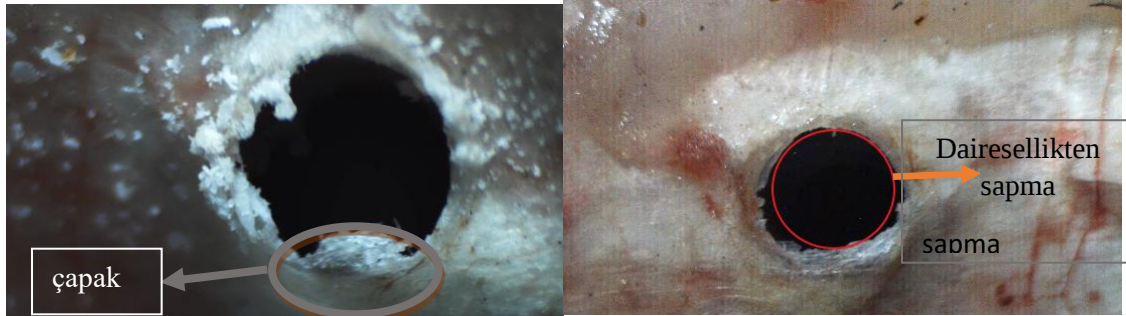
Delme sonrası kemikten tam kesit alınarak devir sayısı ve ilerlemenin etkilerini görmek amacıyla Şekil.7'deki grafikler çizdirildi.



Şekil.7. Φ3,2mm çaptaki işleme parametrelerine göre pürüzlülüğün değişimi

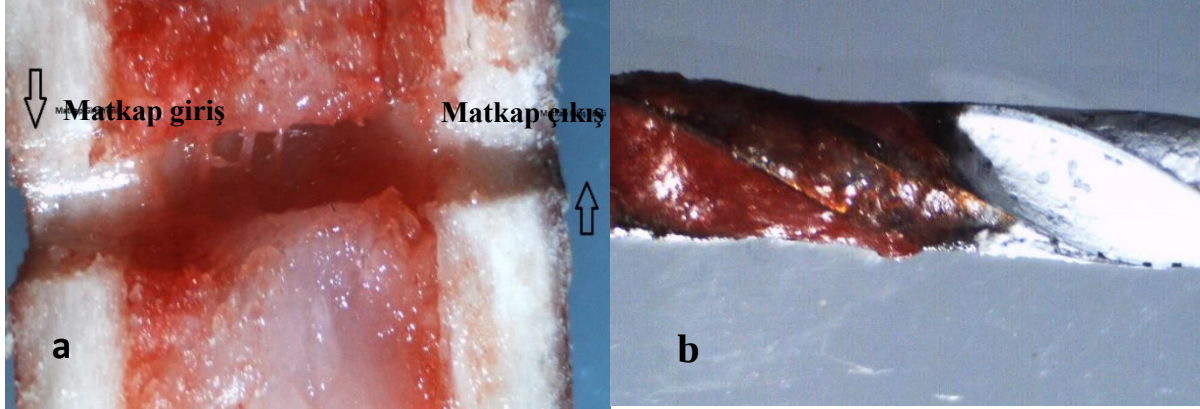
Grafiğe bakıldığında ilerlemenin artmasıyla pürüzlülüğün arttığı, devir sayısının artması ile de deliğin pürüzlülüğü azalmaktadır. Artan devir sayısı ile artan sıcaklık plastik deformasyonu ve talaş akışını kolaylaştırmakta, buna bağlı olarak da yüzey kalitesinde bir iyileşme gözlenmektedir. Artan ilerleme değerleri, talaş hacminin artmasına ve buna bağlı olarak da kesme kuvvetlerinin büyümesine sebep olacaktır, bu durumunda pürüzlülük değerlerinin artmasına neden olmuştur.

İşleme sırasında ortaya çıkan talaşlar, sıcaklığın artması ile matkap üzerine sıvanarak matkabın rahat bir şekilde ilerlemesini engellemektedir. Bu durum ise delik çıkışlarında çapak oluşumuna ve dairesellikten sapmaya neden olmuştur (Şekil 8). Çapak, Makine elemanları arasında çalışması esnasında güvenilirliğini ve hassas çalışma kabiliyetini en aza indirdiği için delik kalitesini belirleyen en önemli parametredir (Bayraktar ve ark.). Çalışmamızda meydana gelen çapaklar ve dairesellikten sapmalar vidanın kemiği konumlandırmasını ve vida-kemik stabilitesini etkilemektedir.



Şekil.8. İşleme sonrası oluşan hatalar

İşlem sonrasında kemikten alınan tam kesit incelendiğinde (Şekil.9) matkap giriş bölgesinde hidroksiapatitin matkapdan sıyrılarak kemik içine sıvandığı gözlemlendi. Matkap giriş ve çıkış arası karşılaştırıldığında hidroksiapatitin giriş bölgede yüksek oranlarda olduğu çıkış bölgesinde ise hidroksiapatitin gözle görülür şekilde düştüğü tespit edildi. Hidroksiapatit geçişinin fazla olduğu bölgelerde yüzey kalitesinde gözle görülür iyileşmeler olduğu gözlemlendi.



Şekil.9. İşlem sonrası kemik kesiti(a) ve matkapdan(b) alınan görüntüler

4. GENEL SONUÇLAR

Kemik kırıklarının tedavisinde kullanılan plakalar ve vidaların sabitlenmesi, konumlandırılması için kemik delme işlemleri gerçekleştirilir. Yapılan çalışmada hidroksiapatit kaplı matkaplar ile yapılan delme işleminde, işleme parametrelerine bağlı olarak kemiklerin delinmesi işlemi yapıldı ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralandı.

- Kemik ısı iletim katsayısı, kesici takımdan çok düşük olduğu için ısı transferinin büyük bir kısmı kesici takım ve kemik talaşı ile geri kalanın ise kemik üzerinden olduğu ölçüldü.
- Devir sayısı ve ilerleme arttıkça sıcaklık giderek artmaktadır. Özellikle 1500 dev/dak ile yapılan deneylerde nekroz oluşum sıcaklığının üstüne çıkmıştır.
- Devir sayısının artması ile delik pürüzlülüğün azaldığı, ilerlemenin artması ile arttığı belirlendi.
- Hidroksiapatit kaplı matkap ile delinen delikler içerisinde, matkap giriş bölgesinde yoğun miktarda hidroksiapatite rastlanmıştır. Bu da vidaların tutunma kabiliyetini arttırmaktadır.

5. KAYNAKLAR

1. Gupta, Vishal, Pulak M. Pandey, and Vadim V. Silberschmidt. "Rotary ultrasonic bone drilling: Improved pullout strength and reduced damage." Medical engineering & physics 41 (2017): 1-8.
2. Staroveski, Tomislav, Danko Brezak, and Toma Udiljak. "Drill wear monitoring in cortical bone drilling." Medical engineering & physics 37.6 (2015): 560-566.
3. Hou, Yali, et al. "A theoretical analysis on bone drilling temperature field of superhard drill." The Open Mechanical Engineering Journal 10.1 (2016).
4. Tai, Bruce L., et al. "Numerical evaluation of sequential bone drilling strategies based on thermal damage." Medical engineering & physics 37.9 (2015): 855-861.
5. Sun, Z., Wang, Y., Xu, K., Zhou, G., Liang, C., & Qu, J. (2019). Experimental investigations of drilling temperature of high-energy ultrasonically assisted bone drilling. Medical engineering & physics, 65, 1-7.
6. Sezek, S., B. Aksakal, and F. Karaca. "Ortopedik operasyonlardaki kemik delme işlemlerinde sıcaklık dağılım analizleri." 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11). 2011.
7. Augustin, G., Davila, S., Mihoci, K., Udiljak, T., Vedrina, D. S., & Antabak, A. (2008). Thermal osteonecrosis and bone drilling parameters revisited. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 128(1), 71-77.
8. Bachus, Kent N., Matthew T. Rondina, and Douglas T. Hutchinson. "The effects of drilling force on cortical temperatures and their duration: an in vitro study." Medical engineering & physics 22.10 (2000): 685-691.
9. Bayraktar, Şenol, Yusuf Sıyambaş, and Yakup Turgut. "Delik delme prosesi: bir araştırma." Sakarya University Journal of Science 21.2 (2017): 120-130.
10. Tay, A.A.O., "A Review of Methods of Calculating Machining Temperature", J. Mater.Process. Technol. 36 (3), 225-257 (1993).
11. Gök K., Kemik Delme İşleminde Isıl Hasarın Önlenmesi İçin Matkap Tasarımı Ve Prototip İmalatı, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, 2014,

12. Bayraktar, Şenol, Yusuf Sıyambaş, and Yakup Turgut. "Delik delme prosesi: bir araştırma." Sakarya University Journal of Science 21.2 (2017): 120-130.

**Ti6Al4V ALAŞIMININ SIFIR ALTI ISIL İŞLEM İLE TORNALANMASININ
YÜZEY KALİTESİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

ERKAN BAHÇE

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Malatya, Türkiye

ERAY SARIGÜL

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Malatya, Türkiye

ENDER EMİR

Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan MYO, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Otomotiv Programı, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET

Talaşlı imalat işlemleri, endüstride yaygın şekilde uygulama alanı bulan şekillendirme yöntemleridir. Talaşlı imalatta işlenen malzemelerin mekanik özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan sorunların giderilmesine yönelik yapılan araştırmalar insanların ihtiyaçları doğrultusunda giderek artmıştır. Bu sorunlardan önemli olanlardan biri kesme esnasında ortaya çıkan ısıya bağlı takım aşınmasıdır. Takım aşınmasını azaltmak için optimum devir sayısı- ilerleme ve soğutma sıvısı kullanımı gibi çalışmalar yapılmıştır. Geleneksel soğutma sıvılarının yerini günümüzde giderek sıfır derecenin altında soğutma ile işleme almaktadır. Sıfır derecenin altında işleme takım aşınmasını azaltmanın yanında çevre dostu, insan sağlığına zararlı olmayan ve düşük maliyetli imalat süreçlerinin gerçekleştirilmesini katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada Ti6Al4V alaşımından oluşan malzeme -18° derecede 24, 48 ve 96 saat bekletildikten sonra üç farklı ilerleme ve devir sayısında tornalama işlemi gerçekleştirildi. Deneyler sonucunda talaş kaldırılan yüzeylerden mikro sertlik ve yüzey pürüzlülük ölçümleri gerçekleştirilerek geleneksel yöntemle karşılaştırılması yapıldı. Gerçekleştirilen deneysel çalışma sonucunda sıfır altı ısı işleme tabii tutulmuş Ti6Al4V alaşımında takım –talaş ara yüzeyinde oluşan ısı oluşumunun %30 azaldığı, mikro sertlik değerinin %2 değiştiği ve yüzey pürüzlülük değerlerinin ise benzer kalitede olduğu ölçüldü. Bunun yanında ilerlemenin artmasına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünün arttığı, devir sayısının artmasına bağlı olarak ise yüzey pürüzlülüğün azaldığı görüldü. Sonuç olarak sıfır derece altı soğutma ile işleme klasik işleme yöntemlerine göre avantajı olduğu ve sağlık açısından ise yine daha uygun olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: Ti6Al4V, Sıfırlı Soğutma, Yüzey Kalitesi

**INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF Ti6Al4V ALLOYING WITH SUB-ZERO HEAT
TREATMENT ON SURFACE QUALITY**

ABSTRACT:

Machining processes are shaping methods that are widely used in industry. In order to solve the problems caused by the mechanical properties of the materials processed in machining, the researches have been increasing in line with the needs of the people. One of the most important of these problems is the heat-induced tool wear that occurs during machining. Efforts have been made to reduce the tool wear, such as optimum spindle speed-feedrate and cooling. Traditional cooling fluids are now being replaced by cooling below zero degrees. In addition to reducing tool wear, this process contributes to the realization of environmentally friendly, non-harmful and low cost manufacturing processes. In this study, the material consisting of Ti6Al4V alloy was kept at -18°C for 24, 48 and 96 hours and then three different turning and revolutions were made. As a result of the experiments, micro hardness and surface roughness measurements were performed from the surfaces which were removed and compared with the traditional method. As a result of the experimental study performed, it was measured that the heat formation occurring at the tool-chip interface of Ti6Al4V alloy which is subjected to under-heat heat treatment is reduced by %30, micro hardness value is changed by %2 and surface roughness values are of similar quality. In addition, the surface roughness increased due to the increase in the progress and the surface roughness decreased due to the increase in the number of rotations. As a result, it was seen

that the treatment with zero degree cooling was advantageous compared to the classical processing methods and it was found to be more suitable in terms of health.

Keywords: Ti6Al4V, Zero Cooling, Surface Quality

1. GİRİŞ

Talaşlı imalat endüstri sanayisinde parça şekillendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak sanayi olanaklarının gelişmesine rağmen mekanik özellikleri gereği işlenmesi zor olan parçaların imalatında bazı sorunlar ile karşılaşmaktadır. Sorunların en başında yüzey bütünlüğünde meydana gelen bozulmalar gelmektedir. Bu nedenle ortaya çıkan sorunların giderilebilmesi için çeşitli üretim yöntemleri geliştirilmektedir. Bu yöntemlerin en başında talaşlı imalat öncesinde numunenin sıfır altı işleme tabi tutulmasından sonra talaş kaldırma işleminin gerçekleştirilmesi gelmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde de yapılan çalışmaların yoğun bir şekilde gerçekleştiği görülmektedir.

Aslan yaptığı çalışmada İlerleme hızı ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkiyi incelemiştir [1]. Yüksek ilerleme miktarında kesici takımın kaldıracığı talaş miktarı arttığından kesicinin birim zamanda almış olduğu yolun arttığını ve bu yüzden ilerleme hızı ile yüzey pürüzlülüğü arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu gözlemlemiştir.

Höke yaptığı çalışmada geleneksel soğutma sıvısı kullanılarak yapılan talaşlı imalat ile sıfırlı işlem uygulanmış olan malzeme arasındaki mekanik özellikler farklarını karşılaştırmıştır [2]. Bu çalışma sonucunda sıfırlı (kriyojenik) işlem uygulanmış olan numunelerde ortalama % 6,33 sıfırlı (kriyojenik) işlem uygulanmış numunelerde ise ortalama % 22,76 oranında tokluk artışı olduğunu gözlemlemiştir.

Gharibi ve arkadaşları kesme derinliğinin sertleştirilmiş çelik malzemenin sıfırlı (kriyojenik) işleminin talaşlı imalat performansına etkisini incelemişlerdir [3]. Yaptıkları bu çalışmada sıfırlı işlemin olumlu sonuçlar verdiklerini gözlemlemiştir.

Bu çalışmada da biyomedikal operasyonlarda kemik birleştirme ve protez gibi bir çok alanda kullanılan Ti6Al4V alaşımı sıfır altı işleme tabi tutularak tornalama işlemi gerçekleştirildi. İmalat işlemi sonrasında talaş kaldırılan yüzeylerden yüzey pürüzlülüğü ve mikro sertlik ölçümleri alındı ve geleneksel yöntem ile işlenmiş numuneden alınan ölçümler ile karşılaştırıldı.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Çalışmada biyoyumluluğu ve mekanik dayanımı yüksek Ti6Al4V alaşımı kullanıldı. Alaşımın içerisindeki elementlerin kimyasal bileşimleri ve mekanik özellikleri Tablo.1 ve Tablo.2’de verilmiştir.

Tablo.1 Ti6Al4V alaşımı kimyasal bileşimi

Ti6Al4V	Element	Ti	Al	V	Fe	C	N	H	O
	Wt%	Baz	5.5-6.75	3.5-4.5	<0.25	<0.08	<0.05	<0.01	<0.2

Tablo.2 Ti6Al4V alaşımı mekanik özellikleri

Parametre	Değer
Yağunluk (kg/m ³)	4430
Erime ısısı (°C)	1668
Kopma gerilmesi (MPa)	950
Akma gerilmesi (MPa)	820
Poisson’s oranı	0.342
Young’s modülü (GPa)	11.8

2.2. Metot

Çalışmada alaşımın imal edilme aşamasında önce sıfır altı işleme maruz bırakılması için 96 saat - 18°C’de bekletildi. Bekletme işlemi tamamlandıktan sonra üç eksenli CNC torna tezgâhına bağlanarak talaşlı imalatı gerçekleştirildi Şekil.1. İşleme parametreleri Tablo.3’de verildiği gibi belirlendi. İmalat işlemi sonrasında numuneden Şekil.2a’da gösterildiği gibi pürüzlülük ve Şekil.2b’de gösterildiği gibi mikro sertlik ölçümleri alındı.



Şekil.1 CNC torna tezgahı
Tablo.3 İşleme parametreleri

İlerleme (mm/dev)	Devir sayısı (dev/dk)
0.1	400
0.2	600
0.3	800

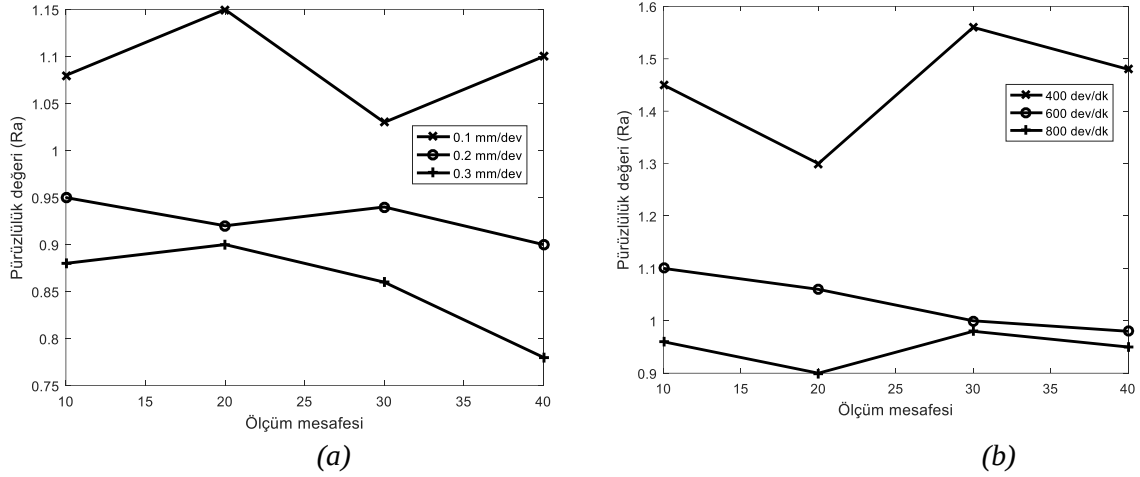


(a) (b)
Şekil.2 Ölçüm yöntemleri; a) mikro sertlik, b) yüzey pürüzlülüğü

3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

3.1. Yüzey pürüzlülüğü

Sıfırlı işleme tabi tutulmuş tornalama sonrası, Ti6Al4V yüzeylerinde yapılan ölçümlerde elde edilen ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin (Ra) işleme parametrelerine bağlı olarak değişimleri Şekil 3-a ve Şekil 3-b’deki grafiklerde verilmiştir.

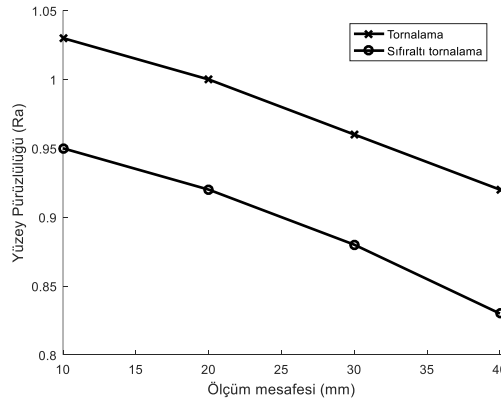


Şekil.3 Yüzey pürüzlülüğü; a) 400 dev/dk sabit devir sayısında, b) 0.1 mm/dev sabit ilerleme

Yapılan ölçüm sonuçlarına göre en yüksek pürüzlülük değeri $1.582 \mu m$ olarak 400 dev/dak -0.1 mm/dev'de, en düşük pürüzlülük değeri ise $0,9 \mu m$ olarak 800 dev/dak - 0.3 mm/dev de ölçülmüştür. Şekil 3-a ve Şekil 3-b'deki grafikler incelendiğinde elde edilen ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin artan kesme hızı ile azaldığı, artan ilerleme değerlerine bağlı olarak ise arttığı görülmektedir. Bu durum, geleneksel talaş kaldırma işlemlerinde beklenen tarzda gelişmiştir. Nitekim literatürde de, artan kesme hızı ile artan enerji tüketiminin kesme esnasında ısı enerjisine dönüşmesi sonucu artan sıcaklık plastik deformasyonu ve talaş akışını kolaylaştırmakta, buna bağlı olarak da yüzey kalitesinde bir iyileşmenin olduğu belirtilmiştir.

Artan ilerleme değerlerinde ise birim zamanda kaldırılan talaş hacminin artmasına ve literatürde belirtildiği gibi buna bağlı olarak da kesme kuvvetlerinin büyümesine sebep olacaktır (Akhtaret al 2016). Takım üzerinde artan bu yüklerin yüzey kalitesini olumsuz etkilemektedir.

Aynı kesme hızlarına ve ilerleme değerlerine göre sıfırlı işlem uygulanan ve uygulanmayan iki malzemeden elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri Şekil 4'te verilmiştir. Sıfırlı işleme tabi tutulan malzemenin yüzey pürüzlülük değerinde azalma görülmüştür. Yüzey pürüzlülüğü değerindeki bu azalma sıfırlı işlemin malzemenin yüzey kalitesini ve işlenebilirliğine olumlu olarak yansıdığını göstermektedir.



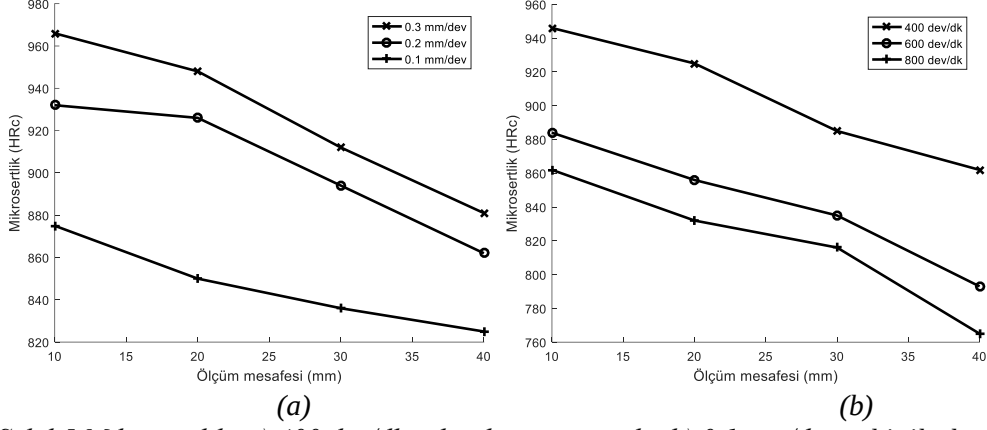
Şekil.4

3.2. Mikro sertlik

Ti6Al4V işlenmesi sonucunda mikrosertliğin işleme parametreleri ve işleme yöntemine göre değiştiği de görüldü. Sıfırlı tornalama işlemi sonrası mikro sertliğin değişimleri Şekil.5'de verilmiştir.

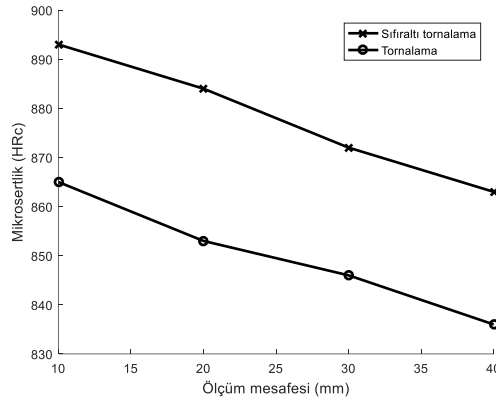
İşleme öncesi 350-400 HV arasında ölçülen mikrosertlik değerleri işleme sonrası yapılan ölçümlerde 825-955 HV arasındaki değerlere ulaşmıştır. Şekil.5-a'da görüldüğü üzere ilerlemenin artmasıyla mikro sertlik değerinin arttığı görüldü. Bunun sebebi düşük kesme hızı ve yüksek ilerlemede işleme basıncını artıracığından ilerlemenin artmasıyla sertlik artmıştır.

Şekil.5-b’de görüldüğü üzere ise devir sayısının artmasıyla mikro sertliğin azaldığı ölçüldü. Devir sayısının artmasıyla kesme hızının artmasından dolayı malzemenin kesici takım ile temas süresi kısaltmaktadır. Bu durum, kesme alanın plastik deformasyon büyüklüğünü azaltmaktadır. Yine alaşımın dışından merkeze doğru gidildikçe mikro sertlik azalmaktadır. Bunun sebebi ise kesme hızının artması sıcaklığın artmasına neden olduğundan malzemenin yumuşamasına da neden olarak işlenmiş yüzeyin sertliğini azaltır.



Şekil.5 Mikrosertlik; a) 400 dev/dk sabit devir sayısında, b) 0.1 mm/dev sabit ilerleme

Çalışma kapsamında incelenen bir diğer yüzey bütünlüğü karakteristiği işlenmiş parçaların mikrosertlik değişimi olmuştur. Şekil.6’da görüldüğü gibi sıfırlatı işlem uygulanan malzemenin işlenmesi sırasında mikrosertlik değerinin arttığı yapılan ölçüm sonucunda görülmüştür. Genel olarak ölçüm mesafesinin 10 mm olduğu bölgede yani tibial komponentin ilk işlenmeye başladığı bölgeler kesici takım parça arasındaki ısıya en az olduğu bölgelerde sertlik değerinde ki düşüş azdır. Kesici takımın merkeze doğru ilerlerken meydana gelen aşınmaya bağlı takım- parça ara yüzeyindeki ısı artışa bağlı olarak sertlik değerinde düşüş meydana gelmiştir.



Şekil.6

Şekil.6 dan görüldüğü üzere klasik tornalama yönteminde ısıdan etkilenme daha fazla olduğu için sertlik değerindeki düşüş daha fazladır. Sıfırlatı işleminde malzemenin ısıdan klasik yöntemle göre ısı oluşumu %20 daha düşük seviyelerde olması malzemenin ısıdan daha az etkilenmesine neden olmuştur. Genel olarak aşırı uzun süre ve/veya yüksek sıcaklıklarda işlem gören numunelerde, sertlik düşüşü ile karşılaşılır.

4. GENEL SONUÇLAR

Yapılan deneysel çalışma sonucunda, Ti6Al4V alaşımının tornalanması sonrasında sıfır altı işleminin geleneksel tornalama işlemine göre işleme parametrelerinin yüzeye etkileri olduğu tespit edilmiştir. Bu etkiler maddeler halinde aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Sıfırlatı işleme ve geleneksel işlemin işleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğünü etkilediği, ilerleme değeri ile pürüzlülüğün arttığı devir sayısının artması ile azaldığı ölçülmüştür.
2. Her iki işleme yönteminde de işleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü, yüzey kusurları, takım aşınması ve mikro sertlik üzerinde de büyük bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Ti6Al4V malzemesinin tornalanmasında uygulanacak ısıtma işlemlerin ve işleme parametrelerinin doğru seçilmemesi durumunda yüzeyde oluşan kusurların en optimum hale getirilebilmesi mümkün olmaktadır.

Teşekkür

Sarf malzeme temini ve talaşlı imalat konularında ki sağladıkları atölye imkanlarından dolayı OTİMED (Ottoman) Grup İmplant'a teşekkür ederiz.

5. Referanslar

- 1.Nilay ASLAN (2012). Tİ-6AL-4V Alaşımının işlenmesinde kriyojenik soğutmanın yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin araştırılması
- 2.Gürhan HÖKE (2014). Sıvı azotta bekletme ve geleneksel kriyojenik işlemlerin SAE 4140 çeliğin mekanik ve mikroyapı özelliklerine etkilerinin karşılaştırılması
- 3.Gharibi A., Kaynak Y. (2017). Kesme derinliğinin sertleştirilmiş çelik malzemenin kriyojenik talaşlı imalat performansına etkisi
- 4.Ahmet MAVİ (2013). Kesici Takımlara Uygulanan Kriyojenik İşlemin Ti6Al4V Titanyum Alaşımının İşlenmesinde Kesici Takım Performansının Etkisi
- 5.Fernández D., Sandá A., Bengoetxea I. (2018) Cryogenic Milling: Study of the Effect of CO₂ Cooling on Tool Wear When Machining Inconel 718, Grade EA1N Steel and Gamma TiAl
- 6.Nursel Altan ÖZBEK (2013). AISI 316 östenitik paslanmaz çeliklerin işlenmesinde kesici takıma uygulanan kriyojenik işlemin takım ömrü üzerine etkilerinin araştırılması

REKOMBİNANT
PSEUDOMONAS AERUGINOSA KAYNAKLI KAPSÜLER POLISAKKARİT ÜRETİMİ

AYSE SEBNEM ERENLER

İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü 44280 Malatya, TÜRKİYE.

ÖZET

Kondroitin sülfat (KS), pek çok hastalığın tedavisinde yaygın olarak kullanılan, anti enflamatuvar, anti apoptotik, anti oksidan özellikleri bilinen ve hücre sinyalizasyon yollarındaki etkinliği kanıtlanmış bir glikozaminoglikandır. Patojenik *E.coli* K4 suşunun sahip olduğu kapsüler polisakkarit, kondroitine oldukça benzer bir yapı göstermekte ve bu yapıdan kondroitin ve sonrasında kondroitin sülfat elde edilebilmektedir. Çalışmamızda, *Pseudomonas aeruginosa*'nın *Vitreoscilla* hemoglobin genini (*vgb*) taşıyan rekombinant olan paJC suşu kondroitin üretimi için kullanılmıştır. *Vitreoscilla* hemoglobini (VHb) bulunduğu organizmalara daha iyi bir oksijen alım ve kullanım potansiyeli kazandırmakta, hücre büyüme ve çoğalması üzerine olumlu etkisi olmaktadır. Çalışmamızda, kondroitin üretimi amacıyla *E.coli* K4 suşunun sadece kapsüler kondroitin sentezinden sorumlu genlerini [*kfA*, *kfoC* ve *kfoF* genleri] üzerinde taşıyan pETM6_PACF plazmidi, paJC bakterisine transforme edilmiştir. Transformasyon sonrası kondroitin eldesi protokolleri uygulanmış ve sonuçlar HPLC ve NMR analizleri ile doğrulanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, referans aldığımız mikrobiyal kondroitin kromatogramıyla özdeş şekilde tek pik gözlenmiştir ve elde ettiğimiz mikrobiyal kondroitin 203.0 Dalton' luk MA değerine sahip olduğu belirlenmiştir.. Elde edilen kondroitin tek başına önemli bir biyomedikal ürün potansiyeli taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kondroitin, Kondroitin Sülfat, Biyoteknolojik İlaç, *Vitreoscilla*.

1. GİRİŞ

Glikozaminoglikanlar tıp, veterinerlik, eczacılık ve kozmetik alanında pek çok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. KS' da, hücre dışı matriksinin önemli bir bileşenidir. N-asetil galaktozamin ve Glukuronik asitten oluşan disakkarit yapının tekrarlamasıyla meydana gelen uzun dallanmamış bir polisakkarit zincirinden oluşan sülfatlanmış bir glikozaminoglikan (GAG)'dır. KS ve diğer glukozamin türevi bileşikler, 40 yıldan uzun bir süredir tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. KS önemli endüstriyel biyoteknoloji ürünlerindendir. KS üretimi için genel olarak, çeşitli hayvansal kaynaklar kullanılmakta iken günümüzde alternatif kaynaklara dayalı üretime yönelim artmıştır. Çalışmamızda Metabolik Mühendislik yöntemleri kullanılarak oluşturulmuş rekombinant bir suş kullanılarak, kondroitin elde edilmiştir. Amacımız, hem hayvan türlerini koruyan, hem de viral ve prionik riskler taşımayan daha güvenli biyoteknolojik uygulamalar ile kondroitin elde etmektir. *Pasteurella multocida* kondroitin üretimi için ilk kullanılan mikroorganizmadır [2], ancak kolera patojeni olması bu alanda başka adayların ön plana çıkmasına neden olmuştur. Bunlardan biride *E.coli* K4 suşudur, güncel bazı araştırmalarda potansiyel kondroitin kaynağı olarak çalışılmıştır [3,4]. Mikrobiyal kondroitinin, hayvansal kondroitinden tek farkı glukuronik asitin üçüncü karbonuna bağlı olan bir fruktoz ünitesidir, bu ünite yapıdan ayrıldığında kondroitin oluşmaktadır. Bir çalışmada *E.coli* K4 suşunun kondroitin sentezinden sorumlu gen kümesi [*kfA*, *kfoC* ve *kfoF* genleri] pETM6 plazmidine aktararak pETM6_PACF plazmidi oluşturulmuş ve bu plazmidin aktarıldığı *E.coli* BL21 Star suşunda etkili ve verimli kondroitin sentezi rapor edilmiştir [5]. Çalışmamızda, *Vitreoscilla* Hemoglobini taşıyan bakteri suşundan kondroitin üretimini sağlanmıştır. *Vitreoscilla* Hemoglobini (VHb) ilk kez 1986 yılında Webster ve ark. tarafından gram-negatif bir bakteri olan *Vitreoscilla*'da tespit edilmiştir [6]. Monomerik VHb'nin 146 amino asit uzunluğundaki dizisinden hesaplanan moleküler büyüklüğü 15,775 dalton olarak belirlenmiştir. Bu proteinin spektral karakteristiklerinin, sitozolde eririliğinin ve amino asit dizisinin ökaryotik hemoglobinine % 25'e varan benzerliğinden dolayı, hemoglobin olarak adlandırılmıştır [6]. VHb'nin hipoksik şartlar altında *E. coli*'nin elektron transfer zincirinin aktivesini daha etkin kıldığı gösterilmiştir [7, 8]. Daha önceki çalışmalar *Vitreoscilla* hemoglobini taşıyan rekombinant bakterilerin kontrol konakçılara göre 10 kata varan daha yüksek oksijen alımı yaptıkları ve hücrelerin daha okside durumda olduklarını göstermiştir [9,10]. Bu bilgiler VHb/*vgb* rekombinant sisteminin kondroitin üretimine önemli katkı sağlayabileceğine işaret etmektedir. *P.aeruginosa* *vgb*⁺ suşunda bu gen transpozon aracılığı ile bakteri genomuna yerleştirilmiştir [11]. Çalışmamızda *vgb* geni

ile kondroitin sentezini sağlayan genlerin ortak ifade edildiği bir özgün suş oluşturularak biyoteknolojik bir süreç gerçekleştirilmiştir.

2. ARAŞTIRMA ve BULGULAR

2.1. GEREÇ ve YÖNTEM

2.1.1. Besiyeri

Hücre büyümesi ve transformasyon için ampisilin içeren veya içermeyen Luria-Bertani (LB) ortamı (80mg / ml) kullanıldı. 10 g / L tripton, 5 g / L maya özütü ve 10 g / L NaCl'den oluşan Luria-Bertani (LB) ortamı kullanılmıştır.

2.1.2. Kullanılan Bakteri Suşları ve Plazmidler ve Fermentasyon Koşulları

Çalışmada *P. aeruginosa* ATCC 10145 (NRRLB-771) kromozomuna homolog rekombinasyon ile tek kopya halinde *vgb* entegre edilmiş rekombinant *P. aeruginosa* (PaJC) kullanılmıştır. Kapsüler kondroitin sentezinden sorumlu genleri üzerinde taşıyan [*kfA*, *kfoC* ve *kfoF*] pETM6_PACF plazmidi ise, Riesselaer Polytechnic Institute, Troy, NY'den Mattheos Koffas'dan elde edilmiştir. *P. aeruginosa* (PaJC) suşunun stok kültüründen alınan örnekler, 37° C'de 220 rpm'de üretilmiştir. OD_{1.0} olana kadar, 18 ila 24 saat daha aynı koşullar altında kültive edilmiştir .

2.1.3. Plazmid Transformasyon Çalışmaları

Pseudomonas aeruginosa'nın *vgb* genini kromozomuna entegre halde bulunduran PaJC suşuna pETM6-PACF plazmidinin aktarımı sağlanmıştır. Yöntem standart protokoller kullanılarak literatüre göre gerçekleştirilmiştir [12]. Bu esnada literatürdeki [12] Kompetan hücre oluşturulması, Hücrelerin Transformasyonu, Rekombinant Klonların Seçilimi, Agaroz Jel Elektroforezi basamakları takip edilmiştir. Transformasyonu doğrulamak için, literatürdeki şekilde hazırlanan jelin fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. pETM6-PACF plazmidinin transferini doğrulayan jel görüntüsü.

2.1.4. Mikrobiyal Kondroitin Üretimi

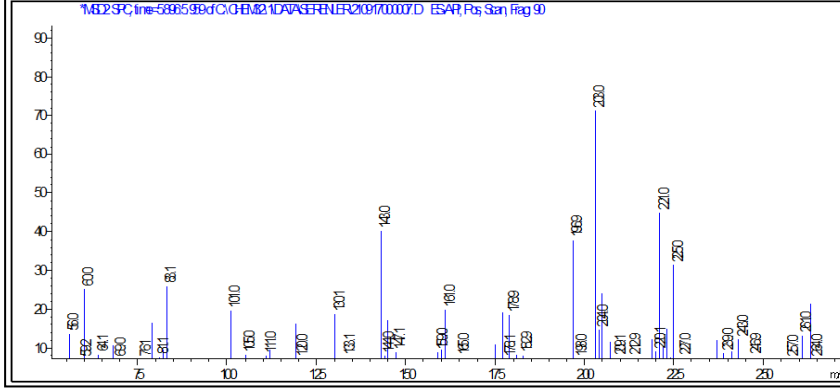
Oluşturulan rekombinant bakteri suşundan Luria bertani broth (LB) sıvı besiyerine ekim yapılarak 24 saat boyunca inkübe edilmiştir. 24 saatlik inkübasyondan sonra rekombinant bakteri kültürü 9000 rpm'de- 5 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Elde edilen hücre peleti suda (yaklaşık 50 ml kadar) yeniden süspanse edilmiş ve 15 dakika süre ile otoklav edilmiştir. Santrifüj sonrası elde edilen süpernatant farklı santrifüj tüplerine aktarılmış ve çözünmez materyalin uzaklaştırılması için ayrıca santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatantların üzerine alkol hacmi % 80 olacak şekilde saf etanol eklenip çöktürme yapılmıştır. Alkol ilavesinin ardından örnekler -20°C'lik dondurucuya konularak çöktürme işlemi sürdürülmüştür. Çöktürme işlemi sonunda numuneler santrifüj edilmiş ve elde edilen peletler toplanmış ve parçalama tamponunda (yaklaşık 1 ml) yeniden süspanse edilmiştir. Numunelerin üzerine DNase eklenmiş (yaklaşık 1 µl) ve örnek 37°C'de 1 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra örneklerin üzerine Protease K eklenmiş (yaklaşık 2.5 mg) ve 56°C'de 2 saat inkübe edilmiştir. Alkol hacmi % 80 olacak şekilde 2. bir alkol çöktürmesi yapılmış ve peletler toplanıp suda (yaklaşık 1 ml) çözülmuş ve spin kolonla filtreleme yapılmıştır. Filtrelemeden sonra geriye kalan kısım vakumla liyofilize edilmiştir. Sonuç HPLC ve NMR işlemleri ile doğrulamıştır.

2.2. BULGULAR

pAJC (pETM6-PACF) suşundan kondroitin elde edildiğini doğrulayan HPLC ve NMR Sonuçları.

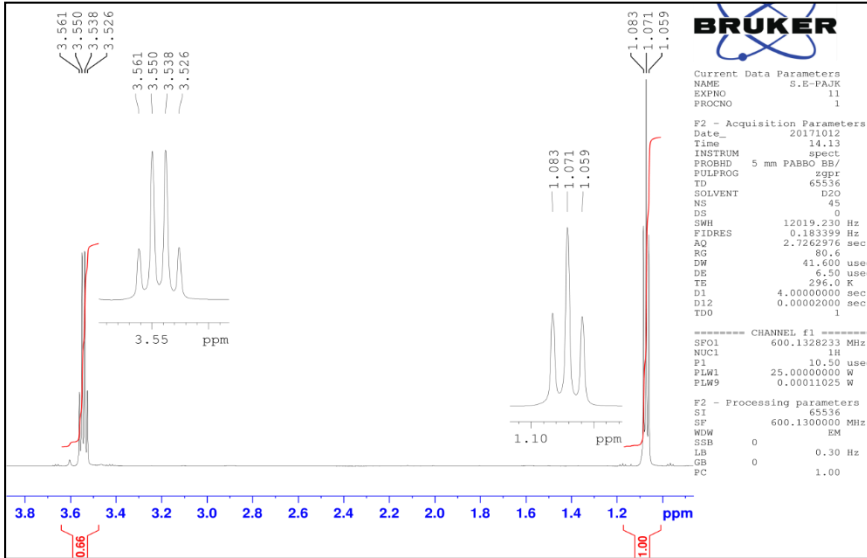
HPLC ve NMR analizi:

Bu analizler İBTAM (İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi), bünyesinde yapılmıştır.



Şekil 2: pAJC (pETM6-PACF) suşundan elde edilen Kondroitin için uygulanan HPLC Sonucu.

Oluşturduğumuz pETM6_PACF vektörünü taşıyan pAJC suşu kaynaklı olan hazırladığımız kondroitin numunelerinin HPLC sonuçları değerlendirildiğinde, referans aldığımız mikrobiyal kondroitin kromatogramıyla [13] özdeş şekilde tek pik gözlenmiştir. Kondroitin varlığını gösteren HPLC analiz sonucumuza göre elde ettiğimiz mikrobiyal kondroitin 203.0 Dalton MA'ya sahiptir.



Şekil 3: pAJC (pETM6-PACF) suşundan elde edilen Kondroitin için uygulanan NMR Sonucu.

Rekombinant bakterinin sentezlediği kondroitin yapısı önceki çalışmalardaki [13,14] NMR bilgileri ile kontrol edilmiştir. İlgili kontrolde NMR spektrumları kıyaslanmıştır. NMR analizinde kıyasladığımız çalışmalardaki KS ve hazırladığımız K numunesinin spektrum yapıları özdeş gözlemlenmiştir. Her iki spektrumda da kondroitin kaynaklı 4,74' de H4 protonu, 4,21' de H6 protonu, belirgin olarak görülmektedir. 4,15' de NH amid protonu, belirgin olarak görülmektedir. Ayrıca 1,98' de alifatik metil hidrojeni, 3,61' de eterik CH piklerini bir bütün olarak görmekteyiz. Bu sonuçlara göre ürettiğimiz molekülün kondroitin olduğunun NMR sonuçları ile doğrulandığını ifade edebilir.

3. SONUÇ

Çalışmamızda, HPLC ve NMR analizleri kondroitin eldesini doğrulamıştır. Kondroitin tek başına da biyomedikal ürün potansiyeli taşımaktadır. İleri bir işlemle sülfat grubu eklendiğinde elde edilecek son ürün Mikrobiyal Kondroitin Sülfat olacaktır. MKS preparatları oldukça yaygın bir kullanım alanına

sahiptir. Mikrobiyal üretim yöntemleri ve ileri biyoteknolojik işlemlerle elde edilen kondroitin yerli ilaç sanayi için önemli bir ilaç öncülü niteliği taşımaktadır.

Destek: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 1001 (215S-861) proje no ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Schiraldi C, Cimini D, De Rosa M. 2010 Jul; Production of chondroitin sulfate and chondroitin. Appl Microbiol Biotechnol. 87(4):1209-20.
- [2] De Angelis P. L., Padgett-McCue A. J. 2000. Identification and Molecular Cloning of a Chondroitin Synthase from *Pasteurella multocida* Type F. The Journal of Biological Chemistry. 275,24124-24129.
- [3] Takuo O., Nobuo S., Hiroaki S., Ryoko H., Atushi T., Tadayoshi S. at all. 2009. Crystal structure of chondroitin polymerase from *Escherichia coli* K4. Biochemical and Biophysical Research Communications 378:10–14.
- [4] Cress B.F., Englaender J.A., Wengin H., Kasper D., Linhardt R.J., Koffas M. A.G.. Masquerading microbial pathogens: capsular polysaccharides mimic host-tissue molecules FEMS Microbiol Rev 38 (2014) 660–697.
- [5] Wenqin H., Li Fub, Guoyun Li , Jones J.A., Linhardt R.J., Koffas M. 2015. Production of chondroitin in metabolically engineered *E.coli*. Metabolic Engineering. 27:92–100.
- [6] Khosla C. and Bailey J.E., 1988. Heterologous expression of a bacterial haemoglobin improves the growth properties of recombinant *Escherichia coli*. Nature 331: 633-635.
- [7] Holmberg N, Lilius G, Bailey JE, Bulow L.1997. Transgenic tobacco expressing *Vitreoscilla* hemoglobin exhibits enhanced growth and altered metabolite production. Nat. Biotechnol., 3: 244-247.
- [8] Bülow L, Holmberg N, Lilius G and Bailey JE, 1999. The metabolic effects of native and transgenic hemoglobins on plants. Trends in Biotechnology. 17:21-24.
- [9] Bailey, J.E., Sburlati, A., Hatzimanikatis, V., Lee, K., Renner, W.A. and Tsai, P.S.1996. Inverse metabolic engineering: A strategy for directed genetic engineering of useful phenotypes. Biotechnol. Bioeng. 52: 109-121.
- [10] Liu, S.C., Webster, D.A., Wei, M.L. and Stark, B.C. 1996. Genetic engineering to contain the *Vitreoscilla* hemoglobin gene enhances degradation of benzoic acid by *Xanthomonas maltophilia*. Biotechnol. Bioeng. 49:101-105.
- [11] Chung, J.W., Webster, D.A., Pagilla, K.R. and Stark, B.C. 2001. Chromosomal integration of the *Vitreoscilla* hemoglobin gene in *Burkholderia* and *Pseudomonas* for the Purpose of producing stable engineered strains with enhanced bioremediating ability. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 27, 27-33.
- [12] Maniatis T., Fritsch E.F. And Sambrook J. (1989) Molecular Cloning: A Laboratory Manual, Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- [13] Gustavo R.C. Santos ,Adriana A. Piquet ,Bianca F. Glauser ,Ana M.F. Tovar ,Mariana S. Pereira ,Eduardo Vilanova and Paulo A.S. Mourão * Systematic Analysis of Pharmaceutical Preparations of Chondroitin Sulfate Combined with Glucosamine. <http://www.mdpi.com/1424-8247/10/2/38>
- [14] Jing Pan, Yi Qian, Xiaodong Zhou ,Andrew Pazandark,Sarah B Frazier , Peter Weiser, Hog Lu, Lijuan Zhang. The department of pathplpgy and Immunology Washington University, School of Medicine , St , Louis, Missouri, USA . ²These authors contributed equally to this work.

BOYA GİDERİM KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ
(EXAMINATION OF DYE REMOVAL KINETICS)

ÇİĞDEM SARICI ÖZDEMİR, MUHAMMED ONAY

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Malatya

ABSTRACT

Clay is the oldest known industrial raw material used since the first humans. The clay minerals formed as a result of the erosion of the volcanic rocks due to the strong air currents are transported either in their places or by wind and water and stored in large places in other places. Depending on the mineral content and chemical composition of the minerals, the color of clays can be in various shades of white, gray, green, pink and brown. Paints are a major problem in factory wastes. The discharge of colored water wastes into rivers not only affects the aesthetic appearance, but also prevents sunlight from affecting the water and therefore significantly reduces the action of photosynthesis. Dye removal methods from textile wastes; chemical oxidation, foam flotation, adsorption, coagulation, electrodialysis. Among these methods, the adsorption method appears to have a better potential than any other listed process. Since the dissolved dye compounds are easily attached to the surface of the adsorbents spontaneously, the dyes can be effectively removed by the adsorption process. In this study, clay and malachite green adsorption kinetic mechanism obtained from Malatya region were investigated. The pseudo-first degree, pseudo second degree, and Elovich and Avrami equations are used to determine the effective mechanism of adsorption kinetics.

Keywords: Clay; adsorption; dye; kinetic

ÖZET

Kil, ilk insanlardan bu yana kullanıldığı bilinen en eski endüstriyel ham maddedir. Volkanik kayaçların, güçlü hava akımlarının etkisiyle aşınması sonucu oluşan kil mineralleri, ya bulundukları yerde ya da rüzgar ve su ile taşınarak başka yerlerde büyük yataklar halinde depolanmıştır. Mineral içerikleri ve minerallerinin kimyasal bileşimlerine bağlı olarak killerin rengi beyaz, gri, yeşil, pembe ve kahverenginin çeşitli tonlarında olabilmektedir. Fabrika atıklarında boyalar önemli bir sorun teşkil eder. Renkli su atıklarının akarsulara boşaltılması sadece estetik görünümünü etkilemekle kalmaz, aynı zamanda güneş ışığının bu sulara etki etmesine engel olur ve bu nedenle fotosentez eylemini önemli derecede azaltır. Tekstil atıklarından boya giderme yöntemleri; kimyasal oksidasyon, köpük flotasyonu, adsorpsiyon, koagülasyon, elektrodiyaliz şeklinde sıralanabilir. Bu yöntemlerin arasında, adsorpsiyon yönteminin listelenen diğer herhangi bir prosese göre daha iyi bir potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Çözülmüş boya bileşikleri adsorbentlerin yüzeyine rahat bir şekilde kendiliğinden tutunduğu için, boyalar adsorpsiyon işlemi ile etkili bir şekilde uzaklaştırılabilir. Bu çalışmada Malatya yöresinden temin edilen kil ile malahit yeşili adsorpsiyon kinetik mekanizması incelenmiştir. Yalancı birinci derece, yalancı ikinci derece, Elovich ve Avrami denklemleri kullanılarak adsorpsiyon kinetiğindeki etkin mekanizma tanımlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Kil; adsorpsiyon; boya; kinetik

1. GİRİŞ

Boylar gibi kirleticilerin giderilmesine yönelik endüstriyel atıksu arıtımı, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için bir sorun olmaya devam etmektedir. Boyalar gıda, tekstil kağıdı, kozmetik vb. gibi farklı endüstrilerde renklendirici olarak kullanılmıştır [1]. Bu boyaların düşük konsantrasyonlarda bile çevreye atılmaları büyük sorunlar yaratmaktadır. Atık sulardan boyaların uzaklaştırılması için membran [2], elektrokimyasal [3], koagülasyon/flotasyon [4] ve biyolojik giderim [5] gibi çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler arasında adsorpsiyonun düşük maliyetli olması, tasarımının basitliği, kolay elde edilebilirlik ve boyaların daha konsantre biçimde işlem den geçirilme kabiliyeti nedeniyle diğer tekniklerden nispeten üstün olduğu düşünülmektedir.

Aktif karbon adsorpsiyonun, boyaların sulu çözeltilerden çıkarılmasında çok etkili olduğu kanıtlanmıştır. Ancak aktif karbon hala pahalı olarak kabul edildiği için düşük maliyetli adsorbanların geliştirilmesine odaklanılmaktadır. Düşük maliyetli adsorbanlar, doğal, tarımsal ve endüstriyel yan ürün atıklarını içerir. Doğal adsorbentlerin düşük maliyetli olmaları ya da doğada bol miktarda bulunmaları ayrıca boyaların sulu çözeltilerden çıkarılmasındaki iyi performansları nedeniyle çekicidirler.

Kil, yumuşak ve çok ince tanecikli (kumdan ince) bir materyaldir. Kil materyalindeki atomlar ya bir kafes ya da bir zincir dizilişi şeklinde olmaktadır. Kilin esas maddesi alüminyum silikat hidratı olup, türüne göre yanında sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve demir gibi diğer elementlerin bileşikler de bulunabilir. Killer doğal adsorbent olarak kullanılabilir.

2. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, kırmızı kil Malatya ili Hekimhan ilçesinden doğal olarak temin edilmiştir. Ayrıca kırmızı kil Türkiye'nin ve Dünya'nın birçok yerinde bol miktarda bulunmaktadır. Kırmızı kil, malahit yeşilini sulu çözeltilerden gidermek için adsorban olarak kullanılmıştır. Kırmızı kil, su içeriğini azaltmak için 24 saat boyunca 100 ° C'de ayarlanmış bir fırında kurutulmuştur. Kurumuş kırmızı kilin parçacık büyüklüğü 200 meshden daha küçük olacak şekilde elenmiştir. Bu çalışmada, 100 ppm 50 ml malahit yeşili çözeltisinin 0.1 g kırmızı kil ile üç farklı sıcaklıkta (25, 40 ve 60°C) adsorplanması işleminin kinetik parametreleri incelenmiştir. Adsorpsiyon sonrası süzülen örnekler UV spektrofotometresinde 601 nm de ölçülmüştür.

Kırmızı kile adsorbe edilen boya miktarı q_t (mg.g^{-1}), (1) nolu denklemle ifade edilen kütle denge ilişkisi ile hesaplanmıştır.

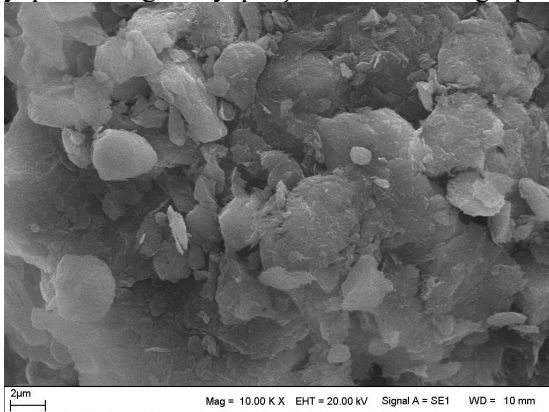
$$q_t = \frac{C_0 - C_t}{W} \times V \quad (1)$$

Denklemde C_0 ve C_t sırasıyla boyanın ilk ve son (t zamanında) sıvı faz konsantrasyonlarını (mg.L^{-1}), V ise çözeltinin (L) hacmini ve W kullanılan kırmızı kil miktarının ağırlığını (g) göstermektedir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. SEM analizi

Kırmızı kile ait SEM grafiği şekilde verilmektedir. Şekil incelendiğinde kırmızı kilin gözenekli bir yapıda olduğu ve yapı içerisinde ikincil grupların yer aldığı görülmektedir.



Şekil.1 SEM analizi

3.2. Adsorpsiyon Kinetiği

Kırmızı kil ile malahit yeşilinin adsorpsiyon kinetiğini anlamak için yalancı birinci mertebe, yalancı ikinci mertebe, Elovich ve Avrami olmak üzere dört kinetik model deneysel verilere uygulanmıştır.

Malahit yeşilinin kırmızı kil ile adsorpsiyonu için hız sabitleri, aşağıdaki yalancı birinci mertebeden denklem [6] ile incelenmiştir;

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 (q_e - q) \quad (2)$$

Burada buradaki k_1 (dk^{-1}), yalancı birinci mertebe oran sabitidir. Bu eşitlik $q=0$ da $q=q_t$ ve $t=0$ da $t=t$ koşullarında integre edilirse kinetik hız ifadesi şu şekilde olur;

$$\log(q_e - q_t) = \log(q_e) - \frac{k_1}{2.303} t \quad (3)$$

Burada q_e ve q_t sırasıyla denge aşamasında ve t (dk) zamanında adsorbe edilen malahit yeşili miktarlarıdır (mg.g^{-1}).

Yalancı ikinci mertebe modeli [7] ise;

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e} \quad (4)$$

Burada k_2 yalancı ikinci mertebe hız sabitidir ($\text{g.mg}^{-1} \text{dk}^{-1}$) ve $h = k_2 q_e^2$ başlangıç adsorpsiyon hızıdır ($\text{mg.g}^{-1} \text{dk}^{-1}$).

Elovich denklemi [8] aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$\frac{dq}{dt} = \alpha e^{(\beta \times q_t)} \quad (5)$$

Burada α başlangıç adsorpsiyon hızıdır ($\text{mg.g}^{-1} \text{dk}^{-1}$). β ise desorpsiyon sabitidir (g.mg^{-1}). Eşitlik (5) $q_t=0$ da $t=0$ ve $q_t=q_e$ de $t=t_v$ koşullarında integre edilirse denklem (6) elde edilir;

$$q_t = \frac{1}{\beta_t} \ln(\alpha\beta) + \frac{1}{\beta} \ln(t) \quad (6)$$

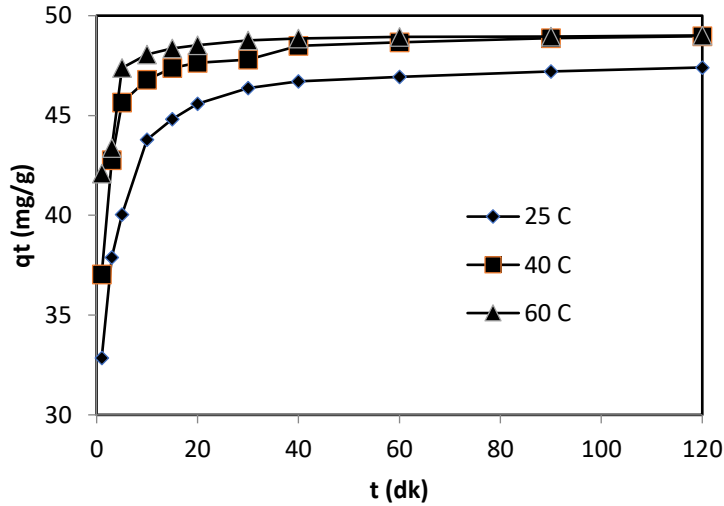
Avrami kinetik modelinin [9] lineer olmayan formu denklem (7) ile lineer formu ise denklem (8) de gösterilmektedir;

$$q_t = q_e \left\{ 1 - \exp[-(K_{Av} t)^{n_{Av}}] \right\} \quad (7)$$

$$\ln[-\ln(1 - \alpha)] = n_{Av} K_{Av} + n_{Av} \ln(t) \quad (8)$$

Burada K_{Av} Avrami sabitidir. n_{Av} adsorpsiyon mekanizmasındaki değişikliklerle ilgili zamanın Avrami model üssüdür. K_{Av} ve n_{Av} değerleri $\ln(t)$ ye karşılık $\ln[-\ln(1 - \alpha)]$ ifadesinin grafiğe geçirilmesiyle oluşan doğrunun eğiminden bulunabilir.

Elde edilen kinetik veriler yardımı ile çizilen grafik Şekil.2 de verilmektedir. Şekil incelendiğinde artan sıcaklıkla birlikte adsorpsiyon kapasitesinin arttığı görülmektedir. Moleküllerin kinetik enerjilerinin sıcaklıkla arttığı düşünüldüğünde bu beklenen bir durumdur.



Şekil 2 Adsorpsiyon kinetik verileri.

Dört farklı kinetik modelin incelenmesi için 3 farklı sıcaklık için grafikler çizilmiş ve bu grafiklerden denklemlerin kinetik sabitleri ve regrasyon katsayısı belirlenmiştir. Veriler incelendiğinde malahit yeşilinin kırmızı kil üzerine adsorpsiyonunun yalancı ikinci mertebe kinetik modele uyduğu saptanmıştır.

Tablo.1. Kinetik sabitler

Denklemler	25°C	40°C	60°C
$q_e(\text{deneysel})(\text{mg.g}^{-1})$	47,405	48,97	49,01
Yalancı Birinci Mertebe			
$q_e(\text{mg.g}^{-1})$	7,05	4,89	2,33
$k_1(\text{dak}^{-1})$	0,045	0,047	0,052
R^2	0,883	0,904	0,8125
Yalancı İkinci Mertebe			
$q_e(\text{mg.g}^{-1})$	47,62	49,02	49,02
$K_2(\text{dak}^{-1})$	0,021	0,039	0,088

h (mg.g ⁻¹ .dak ⁻¹)	39,68	25,23	11,29
R^2	1	1	1
Elovich			
α (mg.g ⁻¹ .dak ⁻¹)	721142,3	6859,65*10 ²	4213,06*10 ⁶
β (g.mg ⁻¹)	0,331	0,458	0,702
R^2	0,905	0,819	0,768
Avrami			
k	0,344	1,284	2,129
n	0,350	0,306	0,299
R^2	0,995	0,980	0,966

4. SONUÇLAR

Kırmızı kil üzerine malahit yeşili adsorpsiyonunda aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

- Kırmızı kil, MY'nin sulu çözeltisinden giderimi için adsorban olarak kullanılabilir.
- Kırmızı kil üzerine MY adsorpsiyon kinetiği; yalancı birinci mertebe, yalancı ikinci mertebe, Elovich ve Avrami modelleri kullanılarak incelenmiştir. Adsorpsiyon kinetiğinin yalancı ikinci mertebe modeline uyduğu görülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1]Zheng, Z., Levin, R.E., Pinkham, J.L., Shetty, K. (1999) Decolorization of polymeric dyes by a novel Penicilliumisolate. Process Biochemistry 34: 31–37.
- [2]Xu,Y., Lebrun, R.E. (1999) Treatment of textile dye plant effluent by nano filtration membrane. Separation Scienceand Technology, 34: 2501–2519.
- [3]Bechtold,T., Burtscher, E., Turcanu, A. (2001) Cathodic decolorisation of textile wastewater containing reactive dyes using multi-cathode electrolyser. Journal of Chemical Technology &Biotechnology, 76:303–311.
- [4]Papic,S., Koprivanac, N., Bozic, A.L., Metes, A. (2004) Removal some reactive dyes from synthetic wastewater by combined Al (III) coagulation/carbon adsorption process. Dyes and Pigments,62: 291–298.
- [5]Akhtar, N., Iqbal, J., Iqbal, M. (2004) Enhancement of Lead(II) biosorption by micro algal biomass immobilized onto Loofa (Luffacylindrica) sponge. Engineering in Life Sciences, 4: 171–178.
- [6]Barrett, P.E.P., Joyner, L.G., Halenda, P.P. (1951) The determination of pore volume and area distribution inporous substance. I. Computations from nitrogen isotherms. Journal of the American Chemical Society,73: 373–380.
- [7]Ho, Y.S., McKay G. (1998) Sorption of dye from aqueous solution by peat. Chemical Engineering Journal,70: 115–124
- [8]Juang, R.S., Chen, M.L. (1997) Application of the Elovich equation to the kinetics of metal sorption with solvent-impregnated resins. Industrial&EngineeringChemistryResearch, 36: 813–820.
- [9]Avrami, M. (1940) Kinetics of phase change: transformation time relations for random distribution of nuclei. The Journal of Chemical Physics, 8: 212–224.

**FISTIK KABUĞUNDAN ELDE EDİLEN FOTOKATALİZÖRLERİN YÜZEY
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**
(INVESTIGATION OF SURFACE PROPERTIES OF PHOTOCATALYSTS OBTAINED FROM
PEANUT SHELL)

ÇİĞDEM SARICI ÖZDEMİR, KÜBRA KARADAŞ, MUHAMMED ONAY

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Malatya

ABSTRACT

Advanced oxidation methods are a collection of processes that are widely used to eliminate pollutants in water pollution and soil pollution. The basic operation of these processes, biodegradable in the presence of biodegradable so that the lasting compounds of the hydroxyl and contaminants with the help of this component to minimize the polluting substance as a result of the reaction of the toxic substance to H₂O and CO₂ to convert products into products such as H₂O and CO₂ in the production of peanut shells and The purpose of this study was to determine the surface properties of prepared photocatalysts. XRD, SEM, FTIR, EDAX analyzes were used for characterization of photocathathysers. different temperature, different mixing times with the samples prepared for dye removal. The surface properties of the photocatalysts were determined by XRD technique. FTIR analysis was performed to determine the functional groups intensively in the structure, while the porosity was determined by SEM and EDAX analyzes.

Keywords: Characterization; Photocatalyst; Dye removal

ÖZET

İleri oksidasyon yöntemleri oldukça yaygın görülen su kirliliğinde ve toprak kirliliğinde kirleticileri yok etmek için kullanılan prosesler topluluğudur. Bu proseslerin temeldeki işleyişi, bulunduğu ortamda biyolojik olarak kendiliğinden bozunmayan dolayısıyla kirlilik oluşturan kalıcı bileşikler hidroksil ve bu bileşenin radikalleri yardımıyla kirletici maddenin minimize edilmesini sağlayarak reaksiyon sonucunda toksik maddenin H₂O ve CO₂ gibi ürünlere dönüşmesini sağlamaktır. Bu çalışmada fıstık kabukları ile titanyum dioksit partiküllerinin birlikte çöktürme yöntemi ile sentezinden hazırlanmış fotokatalizörlerin yüzey özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Fotokatalizörlerin karakterizasyonunda, XRD, SEM, FTIR, EDAX analizleri kullanılmıştır. Farklı sıcaklık, farklı karıştırma sürelerinde hazırlanan örnekler ile boya giderim çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen fotokatalizörlerin yüzey özellikleri incelendiğinde amorf bir yapıda olduğu XRD tekniğinden belirlenmiştir. Yapı içerisinde yoğun bir şekilde yer alan fonksiyonel gruplar FTIR analizi ile saptanırken, gözenekli yapıdaki dağılım SEM ve EDAX analizleri ile ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Karakterizasyon; Fotokataliz; Boya giderimi

1.GİRİŞ

Yaşadığımız dünyada giderek artan kirlilikler artık dünyamızı yaşanmaz hala getirmiştir bu nedenle bu kirlilikleri ortadan kaldırabilmek için yeni sistemlerin oluşturulması ve bu sistemlerin hayata geçirilebilmesi büyük önem taşımaktadır. Gerek endüstri atıkları gerekse tarımsal atıklar olsun bu gibi kirlilikler havayı ,suyu ve toprağı büyük bir oranda kirletmektedir. Yeni sistemlerin içerisinde atık suların arıtılmasında ileri oksidasyon teknolojileri büyük önem taşımaktadır [1]. Son yıllarda,ışığa maruz bırakıldığında, suyun arıtılmasında titanyum dioksit (TiO₂) üzerinde, fotokatalitik aktivite özelliğinden dolayı yoğun olarak çalışılmaktadır. TiO₂, UV ışığı ile uyarıldığı zaman fotoaktif özellik gösteren ve organik grupları parçalayabilen yarıiletken bir malzemedir. TiO₂, kendi kendini temizleyebilen, fotokimyasal olarak kanser tedavisi uygulamalarında, havanın arındırılmasında kullanılabilir. Saf ve katkılı TiO₂ fotokatalistlerinin anti-bakteriyel özelliklerinden yararlanarak TiO₂'in gün ışığında bile fotokatalitik aktivite özelliği gösterdiği kaydedilmiştir.

Bu çalışmada fıstık kabuğu ile titanyumdioksit karışımından farklı sıcaklıklarda hazırlanan fotokatalizörlerin karakterizasyon işlemleri yapılmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada; kullanılan yer fıstığı kabuğu (FK)Adana yöresinden temin edilmiştir. Kabuklar iyice kurutulduktan sonra öğütülüp tanecik boyutu iyice küçültülmüştür. 0.125 mm elek altına elene numune ağzı kapaklı şişelerde saklanmıştır.

2.2. Yöntem

Etüvde Bekleme Sıcaklığın Etkisi: 0.4 TiO_2 ve 2 gram fıstık kabuğu ile 200 ml 1:1 oranında alkol /su karışımı ile manyetik karıştırıcıda 400 rpm 2 saat de karıştırılmıştır. Karıştırma sonrası örnekler 80, 100, 120,140ve 160° C sıcaklıklardaki etüvde 6 saat kurutulmuştur.

Sürenin etkisi : 2gram fıstık kabuğu 0.4 g TiO_2 ile 200 ml 1:1 oranında alkol-su karışımı eklenip 1 ve 2 saat karıştırılarak 24 saat 80°C etüvde kurutulmuştur.

Karıştırma Sıcaklığının Etkisi: 2 gr fıstık kabuğu ve 0.4 gram TiO_2 ile 200 ml 1:1 oranında alkol-su karışımı eklenip 25, 40 ve 60°C derecelerde 2 saat çalkalamalı su banyosunda karıştırılıp 24 saat 80°C derecedeki etüvde tutulmuştur.

Ham örneklerin ve fotokatalizörün XRD, SEM, EDX, FT-IR karakterizasyon cihazları ile analizleri yapılmıştır,

Elde edilen fotokatalizörlere ait kodlamalar Tablo.1. de verilmektedir.

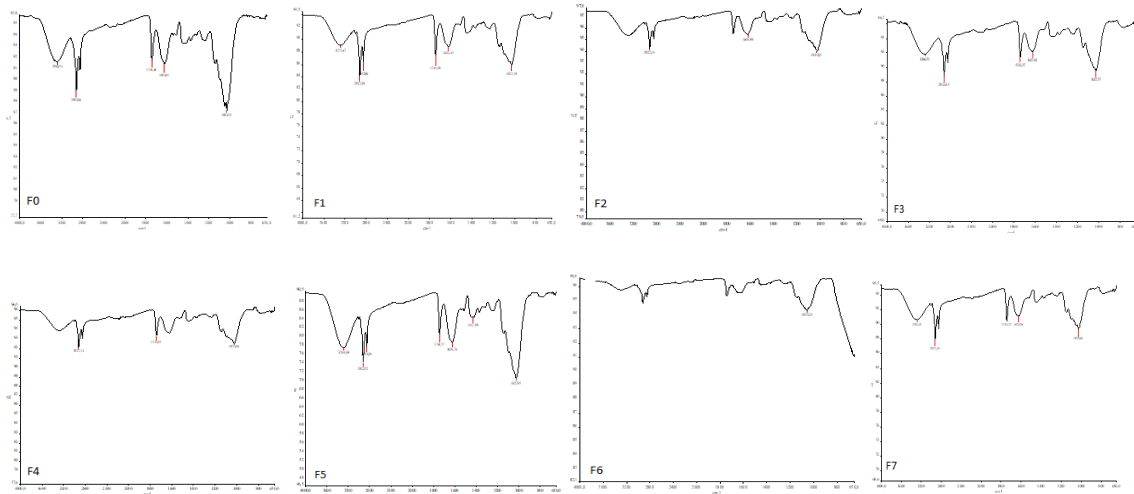
Tablo.1. Fıstık Kabuğundan Elde Edilen Fotokatalizörlerin Kodları ve pH değerleri

Kompozit adı	Karıştırma süresi (st)	Karıştırma sıcaklığı (°C)	Etüv sıcaklığı (°C)	Bekleme süresi (st)	pH
F ₀	2	40	80	24	5.65
F ₁	2	25	80	6	5.90
F ₂	1	25	80	24	5.90
F ₃	2	25	100	24	6.04
F ₄	2	25	120	6	6.06
F ₅	2	25	140	6	6.04
F ₆	2	25	160	6	6.04
F ₇	2	60	80	24	6.04

3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

3.1. FTIR Analizi

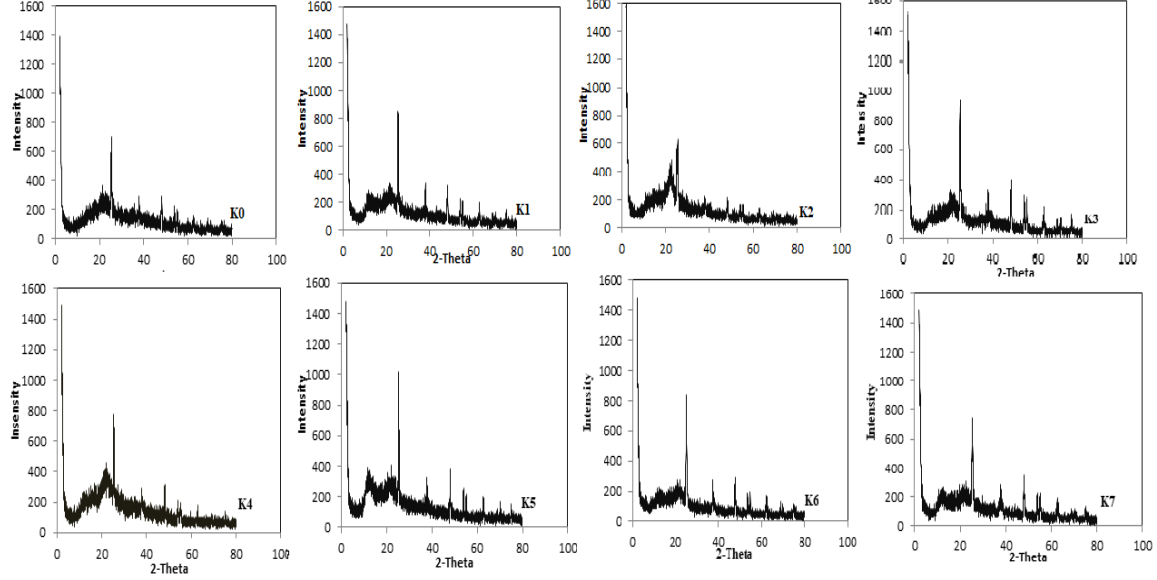
Fıstık kabuklarından elde edilen fotokatalizörlerin FTIR grafikleri incelendiğinde sıcaklık değişimine bağlı olarak yapı içerisindeki aromatik halka açılımı görülmektedir. Yüksek sıcaklıklardaki sentez çalışmalarında bu durum daha net kendini göstermektedir. Hemen hemen her örnekte C-OH yapısına 1000-1200 cm^{-1} civarında tepe noktaları gözlenmiştir.



Şekil.1. FTIR grafikleri.

3.2. XRD Analizi

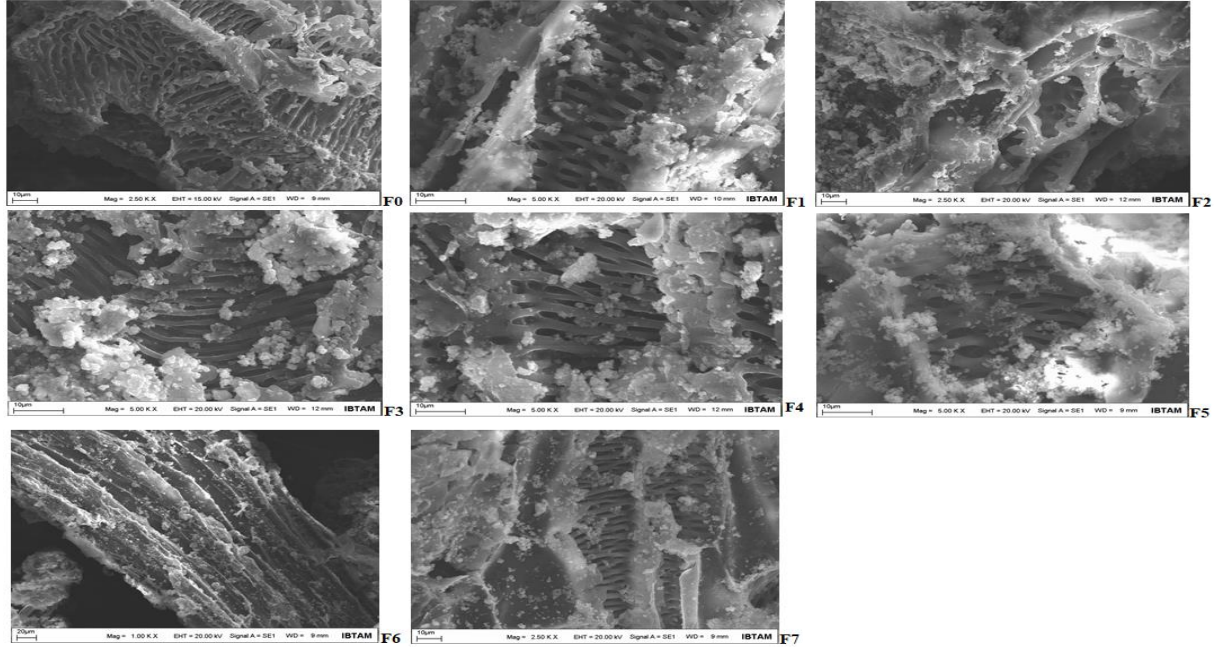
Sentezlenen fıstık kabuğu fotokatalizörlerinin XRD sonuçları ise Şekil 2'de gösterilmiştir. Grafikler incelendiğinde fıstık kabuğunda da titanyum dioksit'e ait kristal yapılar gözlenmektedir. Titanyum dioksit fıstık kabuğu içerisinde daha fazla kristallik oluşturmaktadır ki; bu durum titanyum dioksit partiküllerinin daha rahat yapı içerisine girmesinden kaynaklanmaktadır[2-3].



Şekil.2. XRD grafikleri

3.3. SEM Analizi

Taramalı elektron mikroskobu (SEM), yüzey morfolojisi hakkında bilgi edinmek için kullanılır. Karbon nanotüp yüzeyindeki nanoparçacıkların varlığı, EDAX analizinde gözlemlenen tüm üretici elementler tarafından kanıtlanmıştır. SEM analizi, titanyum dioksitin, fıstık kabuğu üzerinde homojen bir katman olarak kalmadan nanotüpler şeklinde olduğunu göstermiştir.



Şekil.3. SEM görüntüleri

4. SONUÇLAR

Elde edilen fotokatalizörlerin yüzey özellikleri incelendiğinde titanyum dioksit ile yakın bir etki gösterdikleri bu nedenle fotokatalitik çalışmalarda kullanılabilecekleri belirlenmiştir. Sıcaklığın

fotokatalizör üretiminde önemli bir parametre olduğu FTIR, XRD sonuçlarından oldukça net görülmektedir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından FYL-2017-895 No'lu proje kapsamında destenlenmektedir. Desteklerinden ötürü İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Ç.Sarici-Özdemir, F.Kiliç, Kinetics behavior of methylene blue onto agricultural waste *Particulate Science and Technology*, 2018, 36, 194–201.
- [2] Y. Lee, P. Wang, S. Lo, C.P. Huang, Recovery of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) from dilute water solution by foam flotation. *Separation and Purification Technology* 2017,173, 280–285.
- [3] T. Bechtold, E. Burtscher, A. Turcanu, Cathodic decolorisation of textile wastewater containing reactive dyes using multi-cathode electrolyser. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 2001, 76: 303–311.

OKUL BAHÇELERİNDEKİ ÇOCUK OYUN ALANI TASARIMLARININ DEĞERLENDİRMESİ

BİLGE HATUN AY

İnönü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

SIMA POUYA

İnönü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

ÖZET

Günümüzde oluşan yoğun yapılaşma nedeniyle açık alanlar azalmıştır. Nüfusun artmasıyla ve taşıt sahiplerinin çoğalmasına bağlı olarak ebeveynler, çocuklarının güvenliği için sokaklardan ve kent meydanlarından uzak tutmuşlardır. Çocuklar da sonuç olarak vakit geçirip oyun oynayacakları doğal ortamlarını kaybetmişlerdir. Oyun, her çocuğun ideal gelişimi için, beslenme, sağlık, barınma ve eğitim kadar yaşamsal önem taşımaktadır. Günümüzde insanı konu alan her çalışmada öncelikle bireyin çocukluk dönemi ve bu dönemi nasıl geçirdiğine dair araştırmalar üzerinde durulmaktadır. Nitelikli oyun fırsatını elde eden çocuğun yaratıcı olduğu, problem çözme konusuna esnek yaklaştığı, daha iyi sosyal ilişkilere sahip olduğu ve fiziksel olarak daha sağlıklı olduğu belirlenmiştir. Bu oyun ihtiyacının karşılanması için okullar en önemli mekanlardan biridir. Okul bahçelerinin çocuk gelişimi üzerinde olumlu etkileri olduğu gibi, oyunun eğitimdeki önemi yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Zamanın birçoğunu okulda geçiren çocuk için okuldaki geçirdiği zaman çok değerlidir. Bu yüzden okullardaki oyun alanlarının hem öğretici hem eğlenceli olması önemlidir. Bu çalışmanın amacı doğal elemanlarla düzenlenmiş bir okul bahçesinin ve bahçedeki oyun alanlarının çocuklar için uygun, eğlenceli hem de öğretici oyun alanları tasarlanmasına yönelik önerilerin getirilmesi olmuştur. Çalışmada geliştiren öneriler, Türkiye'deki ve dünyadaki en başarılı ilköğretim okullarındaki çocuk oyun alanlarındaki tasarım kriterlerinin incelenmesiyle ortaya koyulmuştur. Aynı zamanda Türkiye'deki mevcut okul bahçelerindeki eksiklikler araştırılmış ve okul bahçelerindeki eğitici ve eğlendirici oyunlar konusunda çözüm yolları bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Çocuk ve oyun, Okul bahçeleri, Oyun alanı tasarımı

EVALUATION OF CHILDREN'S PLAYGROUND DESIGNS IN SCHOOLYARD

ABSTRACT

Open areas have decreased because of the intensive construction at the present time. Parents kept children away from streets and city squares because of the increase in population and vehicle owners for their safety. As a result children lost their natural play areas to spend time and play games. Game is as vital as nutrition, health, shelter and education for the ideal development of each child. Nowadays, in every study on human, it is focused on the individual's childhood and how it goes through this period. It is determined that the child who has qualified game opportunity is creative, flexible to solve problems and they have better social relationships and healthy as physically. Schools are one of the important places to provide game need. The school gardens have a positive effect on children, as well as the importance of play in education has been proven with the studies done. The time spending at the school is so valuable for a child who spent most of the time in school. For this reason it is important that playgrounds should be instructive and fun. The aim of this study is to offer suggestions to design school gardens with natural elements and suitable educational and fun playgrounds for the children in the school. In this study, developed recommendations have been revealed by examining the design criterion of the most successful children's playground in primary schools in Turkey and in the World. Also it researched the deficiencies in existing school garden in Turkey and the solutions found for educational and entertaining games in school gardens.

Key words : Child and game, School gardens, Design of playground

1.GİRİŞ

1.1.Çocuk ve Oyun

Oyun, çocuğun yeteneğini keşfettiği, kendini ifade konusunda geliştirdiği, yaratıcılığını arttırdığı, vücut sosyal duygusal zihin dil becerisini geliştirebildiği güçlü ve önemli bir fırsattır. İnsan gelişiminin sürecinin en büyük evresi çocukluktur. Oyun kültürel kavramın merkezi iken, kültüründe ötesinde bir olgudur (Yılmaz ve Bulut, 2002).

Üretken sonuçlar çıkarabilen sağlıklı düşünebilen, toplumun yaşantısına uyum sağlayan bireyler, yasadıkları her dönemi özellikle çocukluk döneminin kişinin ruhsal ve fiziksel gelişimine oyun okul ve aile yön vermektedir. Oyun çocuğu her yönden etkiler. En basiti korkularından kurtulmasını sağlar. Şöyle ki oyun oynamak bir çocuğun zihnini geliştirir buda küçük korkularını yenmesini daha büyük düşünmesini sağlar. Bununla birlikte çevresini tanımasını sağlar. Oyun çocuğun bedensel gelişimine katkıda bulunur. Birtakım deneme ve yanılma yoluyla kimlik gelişimine de katkıda bulunur. Oyun bir çocuğun dayanışma duygularının gelişmesine ve odaklanma konusunda daha tecrübeli bir hale getirir. Buradan çıkarılacak sonuç ise oyun alanlarının, çocuğun beden sağlığı ve ruh sağlığında önemli bir role sahiptir. Ancak oluşturulan bu alanların çocuk gelişimine olanak tanımalarının yanı sıra çocuklar için güvenli olmaları da önemlidir (Şişman, 2011).

Çocuk üzerine yapılan araştırmalarda 12 çeşit oyun aktivitelerin olduğu saplanmıştır. Bu aktiviteler tasarlanacak oyun alanlarında azaltılabilir de çoğaltılabilir de (Tekkaya, 2001).

Çocuk gelişiminde bu derece önemli olan oyun dış ve iç mekânda gerçekleştirilebilir. Fakat bazı istekler sonucu yani arkadaş ortamı izlenmek istenmesi gibi istekler sonucunda çocuklar dış mekan oyun alanlarını daha çok tercih etmektedirler. Fakat endüstrileşme ve kentleşme sonucunda çocukların doğal dış mekan oyun alanları betonlaşarak yok edilmiştir. Ağaçlar ve hayvanlarda böylelikle yok olmuştur. Çocuklara ise doğallıktan uzak mekanik bir dünya sunulmuştur. Bugün ise çocuklar dört duvar arasında bilgisayar, tablet, telefon gibi cihazların esiri olmuş ve dış mekandan soyutlamıştır (Öztürk, 2001).

Doktorlar ve psikologların ortak kanısı, doğal oyun alanlarından yoksun dört duvar arasında cihaz tutsağı olan çocukların ruhsal dengesini bozduğu ve fiziksel gelişimini olumsuz yönde etkilediğidir (Sımonan, 2000).

Çocukların oynadığı birçok oyun tipi vardır. Bunlar;

Oyun Tipleri	Faydaları	Türleri
Fiziksel Oyun	• Bedensel ve zihinsel gelişimi olumlu yönde etkiler. • Kaslar ,sinirler ve beyin fonksiyonları arasında bütünleşmeyi sağlar	• Kuralları belli olan fiziksel oyunlar :Basketbol, futbol, tenis vb • Oyun aletleri ile oynanan oyunlar :Bisiklete binmek, paten kaymak, kaydırak, salıncak vb •
Sosyal Oyun	• Çocukların birbirleriyle etkileşimini sağlar. • Çevreleri ile iletişim kurmasını sağlar. • Sosyal kuralların öğrenilmesini, bilgi ve kültür alışverişinde bulunulmasını sağlar.	• Geleneksel Oyunlar : Seksek, saklambaç, yakar top vb. • Çocukların koyduğu bir takım kurallarla oynanan oyunlar • Rol yapma ve plan yapmaya dayalı oyunlar:Evcilik,Hırsız Polis vb.

Yaratıcı Oyun	• Yeni şeyler üretmeyi sağlar • Etrafındaki nesneleri deneyimlemesini sağlar • Uygun olan veya olmayan kombinasyonları anlamasını sağlar. • istifleme, inşa etme, çizim yapma set oluşturma ve kurgulama üzerine temel bilgileri edinmesini sağlar.	• Bloklarla kuleler, şehirler inşa etmek, kumla oynamak, kaldırım üzerine tebeşirle çizgiler çizmek gibi oyunlardır.

Çizelge 1. Çocuk Oyun Tipleri (Zengin, 2001)

1.2.Okullardaki Çocuk Oyun Alanları

Oyunun önemi bir çok literatürde belirtilmiştir. Oyunlar hem eğlenceli hem de öğreticidir. Zamanının bir çoğunu okulda geçiren çocuk için okuldaki zaman değerlidir. Bu yüzden okul ve okul içi etkinlikler, okulda bulunan oyun alanlarının yeri büyüktür. Bununla birlikte eğitimcilerde ise bu konuda daha bilinçli olmaları gerekiyor çünkü; okullarda bulunan oyun alanları ders günü süresinde zihinsel ve fiziksel yönden çocukların dinamik olabilmeleri için fırsat sunuyor. Bunun dışında onlara tekrar dışarıda bir hayatın olduğunu gösteriyor (Bulut, 2002).

Çocukların okul bahçesinde yapısal elemanların baskın olduğu alanları, topografyası, hareketli, mekansal açıdan düzenli, bakımlı alanları tercih ettikleri sonucu ortaya çıkmıştır. Eğimli alanlar, geniş çim alanları ve bitkiler içeren oyun mekanlarının vücut gelişiminde etkili olduğu vurgulanmıştır (Fjortoft ve Sagaie, 2000) Genel olarak okullar çocukların evlerine yürüme mesafesinde yakın ve trafikten ayrıldığı için de kentsel mekanda çocuklar için en güvenli mekanlardan biri haline gelmiştir (Şişman ve Özyavuz, 2010). Okul bahçelerinin çocuk gelişimi üzerinde olumlu etkileri olduğu gibi, yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bu yüzden doğal elemanlarla düzenlenmiş bir okul bahçesinin çocuk gelişiminde etkisi ve ilköğretim kurumlarının temel basamağını oluşturan, eğitime katkı sağlayan oyun alanları ve bahçelerinin çocuk için uygun, eğlenceli hem de öğretici oyun alanları tasarlanmalıdır (Aksoy, 2009).

Oyun Alanı Tipleri	Özellikleri
Geleneksel Oyun Alanları	• Oyun alanı gruplarından en çok kullanılan oyun alanı tipidir. • Oyun alanı kapsamında kullanılan aletler genel olarak tek bir oyuna yönelim sağlar. • Oyun alanının en önemli özelliği fiziki gelişimine katkı sağlamasıdır. • Genel olarak ve metal gibi sert malzemelerden yapılmıştır.
Çağdaş Oyun Alanları	• Bir tasarımcı tarafından tasarlanan oyun alanlarıdır.

	• Kas geliştirici aletler yoktur. • Estetik yapısı ve modern oyuncakları içermesiyle çocukların dikkatini çeker. • Maliyeti yüksektir. • Statiktir, tırmanma tepeleri,tüneller içinde kaydıraklar bulunur.
Macera Oyun Alanları	• Statik değildir. • Çocuğu yönlendirilen oyun ve katılımcı oyundan oluşur. • Çocuğun kendi yaratabileceği el aletlerinden oluşur. • Oyun alanında lider çocuklara ihtiyaç vardır. • Güvenlidir. • Sosyal ve fiziksel olarak oyun geliştirici tüm ihtiyaçlarını karşılar.
Yaratıcı Oyun Alanları	• Çocuklara kendi çevrelerini yaratabilecekleri modüler bölümler önererek, çocukların kendi oyun alanlarını yaratma imkanı sağlar. • Sosyal ve fiziksel oyunların hepsini kapsar. • Modüler sistemin oluşu çocuğun serbestliğinin engellenmesi açısından bir dezavantajdır.
Özel Oynama-Öğrenme Oyun Alanları	• Engelli çocuklar için yapılmış oyun alanlarıdır. • Yumuşak yüzeyler, hafif eğimler, sesler ve renkler içeren oyun alanlarıdır. • Engelli çocuklara normal oyun deneyimi sağlar. • Diğer çocukların olduğu ortamdan izole edilmesi doğru değildir.
Diğer Oyun Alanları	• Yaygın olarak kullanılan oyun alanlarının dışında kalan oyunlardır. • Çevresel alanlar, kendi kendine yap, eğlence parkları gibi alanlar sayılabilir.

Çizelge 2. Çocuk Oyun Alanı Tipleri (Zengin, 2001)

1.2.1. Okullardaki Çocuk Oyun Alanı Tasarım İlkeleri

İlköğretim çağındaki çocuklara yönelik oyun alanı tasarımında çocukların mekansal gereksinimleri göz önünde bulundurularak çocukların fizyolojik, bilişsel ve psiko- sosyal gelişimine katkı sağlayacak, güvenli bir mekan oluşturulmalıdır. Böyle bir oyun mekânı oluşturmak için başlıca ilkeler;

1.2.1.1.Tasarım Amacı

Çocuk oyun alanı tasarlanırken ilk düşünülmesi gereken konu tasarım amacıdır..Mekan kurgusunda mekanın ne için kullanılacağı önemlidir. Çocuk oyun alanları tasarımında amaç; Çocukların doğa ile etkileşimini ve doğal tecrübeleri kazanmalarını sağlamak, çocukların sahip oldukları enerjiyi ortaya çıkarmak, fiziksel gelişimleri için ortamlar oluşturmak, çocukların birbirleri ve yetişkinlerle sosyal etkileşimini sağlamak, çocukların yaratıcılığının gelişimini sağlamak, çeşitli problemlerle başa çıkabilme yetisini kazanmalarını sağlamak olmalıdır (Yılmaz,2010) .

1.2.1.2.Yer Seçimi

Çocuk oyun alanının kolay ulaşılabilir olması,trafik güvenliği koşulunu sağlamalı,çevredeki yeşil alanlarla ilişkilendirilmeli ,alandaki iklim koşullarına göre optimal yönlendirme yapılmalıdır (Yılmaz,2010).

1.2.1.3.Mekan Oluşturulması

Çocuk oyun alanları kullanışlı donatıların, ve tasarımların olduğu ilgi çekici, güzel mekanlar olmalıdır. Mekansal özellikleri, farklı yaşlardan ve cinsiyetten olan çocukların ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte olmalıdır. Etrafı çevrelenmiş küçük alanlar okul öncesi çocuklar için uygundur fakat okul çağındaki çocuklar daha geniş alanlara ihtiyaç duyarlar. Çocuklar tek düze oynamazlar, bir an top oynarken az sonra saklambaç oynamaya biraz sonrada oyun aletleri ile oynamaya başlayabilirler.

Bu nedenle oyun alanı; açık alanlar, oyun aletleri ve bitkisel elemanlarla çevrelenmelidir.

İyi bir çocuk oyun alanı insan vücudundaki hücreler gibi yayılmış küçük, büyük sirküler oyun sistemlerinden oluşmalıdır. Oyun alanlarında oyun aletlerinin yerleşimi yapılırken aktif ve fiziksel aktiviteler ile pasif aktiviteler kazalara neden olmamak için farklı bölgelere konumlandırılmalıdır. Ayrıca her oyun elemanının kendine ait bir kullanım zonu bulunmalıdır. Özellikle kaydırak, salıncak gibi oyun aletlerinin bir kullanım zonu bulunması kazaları önlemek için önemlidir (Yılmaz,2010).

1.2.1.4.Donatı Belirlenmesi ve Kullanımı

Kullanacak çocukların özelliklerine uygun olacak şekilde yapılmalıdır.

Çocukların boyutlarına uygun olmayan oyun aletleri oyun alanında kazalara sebep olabilir. Oyun alanında kullanılacak oyun aletleri güvenlik standartlarına uygun olmalıdır. Alanda kaydırak, salıncak gibi standart oyun aletlerinin yanı sıra, çocukların macera ve meydan okuma güdülerini harekete geçirecek, tırmanma kuleleri, halatlar gibi karmaşık sistemler yer almalıdır. Bununla birlikte oyun aletleri çocuğun oyun ihtiyacının ancak %25'ini karşılayabilir. Oyun alanının çocuğun oyun ihtiyacının tamamını karşılaması için oyun aletlerinin yanı sıra su, kum ve çim alanlar gibi doğal elemanlar bulunmalıdır (Yılmaz,2010).

Kırmızı tonları başta olmak üzere mavi, yeşil, sarı ve turuncu renkler çocukların ilgisini çekmekte ve bu renklerdeki oyun aletleri mat tek renkli oyun aletlerine göre daha az kazaya neden olmaktadır. Açık oyun alanlarındaki donatı elemanlarının çocuğun gelişim özelliklerine ve gereksinimlerine uygun özellikte olması gerekmektedir. Bahçede hareketli oyunlara yönelik salıncaklar, kaydırak, tahterevalli gibi ekipmanlar bulunmalıdır (Yılmaz,2010).

Salıncaklar herhangi bir kazayı önlemek amacıyla hareketli oyun alanı ve kum havuzundan uzağa yerleştirilmeli, kaydırak ise oyun merkezinden uzak bir yere yerleştirilmeli, güneş etkisinin en düşük düzeyde olması için kuzey-güney yönünde konumlanmalıdır. Çocuğun yaşantısında renklerin etkisi ve önemi büyüktür. Bu nedenle salıncaklar, kaydırak, tahterevalli ve diğer oyun elemanları canlı renklere boyanmalı, ustalıkla bir renk kompozisyonu yaratılmalıdır (Yılmaz,2010).

1.2.1.5.Zemin Kaplamaları

Çocuk oyun alanında kullanılacak zemin kaplaması güvenlik ve fonksiyonel olması bakımından önemlidir.

2.MATERYAL VE METOD

Çalışmanın materyali olarak ,Türkiye'deki ve Dünya'daki en başarılı ilköğretim okulları seçilmiştir.. Okullardaki çocuk oyun alanlarının tasarım amacına, yer seçimine, mekan oluşturulmasına, donatı ve zemin kaplamaları araştırılmıştır. Araştırması yapılan bu okullardaki çocuk oyun alanlarının tasarım ilkelerine uyumu değerlendirilerek incelenmiştir.

Dünyadaki en başarılı ilkokullar;

- Eaton Square Upper School - İngiltere
- Borchshöhe İlkokulu - Almanya
- Mason Rice Elementary - Abd
- Daubeney School - İngiltere
- Suneden Special School - Avustralya
- Toomer School - Abd

Türkiye'deki en başarılı ilkokullar;

- Özel Bahçeşehir Bilfen İlkokulu - İstanbul
- Özel Koşuyolu Bilfen İlkokulu - İstanbul
- Özel Bursa Kültür İlkokulu - Bursa
- Özel Yükselen Prestij İlkokulu - Ankara
- Nene Hatun Bağcılar İlkokulu - İstanbul
- Özel Karşıyaka Yamanlar İlkokulu - İzmir

3.BULGULAR

3.1.Dünya'daki Okullardaki Çocuk Oyun Alanları

Eaton Square Upper School – İngiltere

İngiltere'de bulunan bu okulun bahçesinde daha çok doğal alanlar yaratılarak, çocukların doğayla iç içe bir oyun ortamı sunmuştur. Seçilen donatılar ve zemin kaplamaları okulda öğrenirim gören çocuk yaş grubuna göre uyumlu ve güvenlidir. Donatılar öğrenci sayılarına ve mekanların konumuna göre bakıldığında yetersizdir. Öğrencilerin dış mekanda da eğlenip öğrenebilecekleri mekanlar oluşturulmuştur (URL 1) .



Resim 1 : Eaton Square Upper School'dan Görüntüler (URL 1)

Borchshöhe İlkokulu – Almanya

Almanya’da bulunan bu okulun daha çok sert zeminden oluşan bir okul bahçesine sahiptir. Zemin kaplaması çocuklara uygundur. Bitkisel tasarım konusunda eksiklikler vardır. Daha çok çocukların beraber oynayabilecekleri oyun alanları tasarlanmıştır (URL 2) .



Resim 2. Borchshöhe İlkokulu’ndan Görüntüler (URL 2)

Mason Rice Elementary – Abd

Amerika Birleşik Devletleri’nde bulunan bu okulda daha çok kompleks oyun grupları bulunmaktadır. Bitkisel tasarım konusunda eksik ve zemin malzemesi konusunda eksiklikler tespit edilmiştir. Kullanılan donatılar yaş grubu açısından güvenliği konusunda eksiklikler tespit edilmiştir. Oyunlara göre farklı mekanlar oluşturularak yer seçimine dikkat edilmiştir (URL 3)



Resim 3. Mason Rice Elementary ‘den Görüntüler (URL 3)

Daubeney School – İngiltere

Okul bahçesi sadece sert zeminden oluşup bitkisel tasarımda eksikler tespit edilmiştir. Çok farklı oyun alanları oluşturularak çocuk gruplarının yaratıcılıklarını ön planda tutacak tasarım anlayışı sahiptir. Tasarım, çocuklara oyun alanlarını keşfetme ve değiştirme imkânı sunar. Oyun alanının sınıf konsantrasyonunu arttırmaya yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Zemin kaplamaları güvenli ve fonksiyoneldir (URL 4)



Resim 4. Daubeney School ‘dan Görüntüler (URL 4)

Suneden Special School – Avustralya

Avustralya’da bulunan bu okuldaki çocuk oyun alanı çeşitli yetenekleri ortaya çıkarmak için yapılmıştır. Benzersiz ve eğlenceli tasarımlar, öğrencilerin beden bilinci, problem çözme, biliş, yaratıcılık geliştirmeye, genel öğrenme yeteneklerini geliştirmeye ve her şeyden önce iyileştirmeye yardımcı olmaktadır. Engellileri de düşünülerek yapılan bu tasarımlarda yer seçimi konusunda eksikler tespit edilmiş olsa da , mekan oluşumlarına dikkat edilmiştir. Bitkisel tasarım konusunda eksiktir (URL 5)



Resim 5. Suneden Special School ‘den Görüntüler (URL 5)

Toomer School – Abd

Amerika Birleşik Devletleri’nde bulunan bu okul engelli öğrencilerle diğer öğrencilerin beraber oyun oynayacağı bir alan tasarlanmıştır. Tekerlekli sandalyelerin rahatça dönebileceği yumuşak yüzeyli bir alandır. Tüm aktiviteler beş duyu organını canlandırabilmektedir. Farklı seviyelerde etkinlikler sağlanmak amacıyla mekanlar oluşturulmuştur (URL 6)



Resim 6. Toomer School’dan Görüntüler (URL 6)

3.2.Türkiye’deki Okullardaki Çocuk Oyun Alanları

Özel Bahçeşehir Bilfen İlkokulu-İstanbul

Türkiye’nin en başarılı ve aktivitesi en yüksek okulu olarak bilinmesine rağmen dış mekân aktiviteleri sınırlıdır. Spor sahaları ve geleneksel oyun grupları bulunmaktadır. İç mekândaki özen dış mekana yansımamıştır. Daha çok sert zeminden oluşmaktadır (URL 7)



Resim 7. Özel Bahçeşehir Bilfen İlkokulu Genel Görüntü

Özel Koşuyolu Bilfen İlkokulu-İstanbul

Spor ve basit oyun gruplarına yer verilen alan kullanışlı bir plan içinde tasarlanmamıştır. Çocuğu sınırlandırmakta ve sert zeminin yanlış kullanılmasından dolayı çocuklarda yaralanmalara yol açabilir (URL 8)



Resim 8. Özel Koşuyolu Bilfen İlkokulu Genel Görüntü (URL 8)

Özel Bursa Kültür İlkokulu-Bursa

Türkiye'nin dış mekan olarak en büyük okullarından biridir. Daha çok spor aktivitelerine yer verilse de çocuğu farklı şekilde geliştirecek oyun alanlarına sahip değildir (URL 9).



Resim 9. Özel Bursa Kültür İlkokulu'ndan Genel Görüntü

Özel Yükselen Prestij İlkokulu –Ankara

Basit oyun grubu haricinde dış mekanda oyun alanına yer verilmemiştir. Yapılan oyun alanı çok fazla sert zemin içermemesine rağmen gerekli etkiyi göstermemiştir. Okul mevcuduna göre oyun alanı ihtiyacı karşılamamaktadır (URL 10)



Resim 10. Özel Yükselen Prestij İlkokulu’ndan Genel Görüntü

Nene Hatun Bağcılar İlkokulu-İstanbul

Çok fazla sert zemin içerisine planlanan oyun alanı tüm bahçeyi kapsamaktadır. Belirli bir alan içerisinde konumlandırılmayan alan kontrol dışı kalmaktadır. Zemin çocukların yaralanmasına yol açabilir. Gelişimine etki sağlayacak olsa da donatı eksikliği nedeniyle istenen ihtiyacı karşılamamaktadır (URL 11)



Resim 11. Nene Hatun Bağcılar İlkokulu’ndan Görüntüler (URL 11)

Özel Karşıyaka İlkokulu -İzmir

Spor sahaları ve basit oyun grubu yer alan bahçede mevcudun fazla olmasından dolayı yetersiz kalmamaktadır. Çocuğun oyun ihtiyacını karşılayamayan alan geniş sert zeminlerle çocuğu doğadan uzaklaştırmaktadır (URL 12)



Resim 12. Özel Karşıyaka İlkokulu’ndan Genel Görüntü

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya'daki Eğitim Kurumlarındaki Çocuk Oyun Alanları	Tasarım Amacı	Yer Seçimi	Mekan Oluşturulması	Donatı belirlenmesi	Zemin Kaplama	Bitkisel Tasarım
Eaton Square Upper School İngiltere	+	+	+	-	+	+
Borchshöhe İlkokulu Almanya	+	+	+	+	+	-
Mason Rice Elementary Abd	+	+	+	-	-	-
Daubeney School İngiltere	+	+	+	+	+	-
Suneden Special School Avustralya	+	-	+	+	+	-
Toomer School Abd	+	-	+	+	+	+

Dünya'daki örnekleri incelediğimize aynı yaş gruplar aynı yerde fakat farklı oyun gruplarıyla oynamaktadır. Engelli erişimini ön planda tutmuşlardır. Çocuğun enerjisini karşılayacak hareketli mekanlar bulunmaktadır. Çocukların farklı alanlarda gelişim gösterebileceği oyun alanları tasarlanmıştır. Eğitim kurumlarındaki çocuk oyun alanı tasarım ilkelerinin bir çoğunu karşılamaktadır.

Türkiye'deki Eğitim Kurumlarındaki Çocuk Oyun Alanları	Tasarım Amacı	Yer Seçimi	Mekan Oluşturulması	Donatı Belirlenmesi	Zemin Kaplama	Bitkisel Tasarım
Ozel Bahçeşehir Bilfen İlkokulu	-	+	-	-	-	-
Özel Koşuyolu İlkokulu	-	+	-	-	-	-
Ozel Bursa Kültür İlkokulu	-	+	-	-	-	-
Özel Yükselen Prestij İlkokulu	-	+	-	-	+	-
Nene Hatun Bağcılar İlkokulu	+	-	-	-	-	-
Özel Karşıyaka İlkokulu	-	-	-	-	-	-

Ülkemiz bu anlamda çok geri planda kalmıştır. Genel olarak zemini beton kaplı oyun alanları ve birkaç oyun grubundan ibarettir. Araştırmalar sonucu çoğu okulun çocuk oyun alanı sadece boş bir sert zeminden ibarettir. Büyük ölçüde eğitim kurumları tasarım ilkelerini sağlayamamaktadır.

Zamanın bir çoğunu okulda geçiren çocuk iç mekan kadar, dış mekanın da gereksinimlerini karşılayacak özelliklere sahip olması gerekiyor. Çocukların ne istediği gereksinimleri bu anlamda önemlidir.

Çocuğun en önemli ihtiyaçlarından biri olan oyunun en çok vakit geçirdiği alanlardan biri olan eğitim kurumlarında bu eksikliğin tasarım ilkelerine göre konumlandırılması önerilmektedir. Bu ilkelere dikkat ederken çocuğun gelişimine ve eğitimdeki etkisinin araştırılıp peyzaj mimarlarının daha doğru ve özgün çalışmalar yapılmasına olanak sağlanmalıdır.

İhtiyacın dışında derslerin öğretimi konusundan büyük rolü olan oyunlar arttırılmalı çocukların eğlenerek öğrenmeleri sağlanmalıdır. Bu kapsamda çocuk oyunu tasarlarırken belirlenen tasarım ilkeleri unutulmamalı, toplumumuzun geleceğini oluşturan çocuklarımızın sağlıklı bir çevre de yetişmesi için taleplerine ve gereksinimlerine uygun çocukları eğlendirirken eğiten iyi planlanmış çocuk oyun alanları tasarlanmalıdır. Son yıllarda dünya genelinde insanla doğayı bütünleştirici bir yaklaşımla oluşmuş planlama stratejileri geliştirilerek, kentlerde doğal elemanları baz alan oyun alanlarının oluşturulması önerilmektedir.

Tüm bunlar göz önüne alınarak, Türkiye’de çocuk oyun alanlarının önemi kavranılmalı, özgün ve daha nitelikli oyun mekanları düzenlenmeli, çocukların eğitim ve beklentilerine yanıt verecek oyun alanlarının sayısı artırılmalı ve bu alanlara gereken önem verilmelidir. Sağlıklı çocukların yetişmesi için bunların mutlaka gerekli olduğu göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKÇA

Aksoy, Y. (2009). Çocuk Oyun Alanları Üzerine Bir Araştırma İstanbul, Isparta, Eskişehir, Erzurum, Kayseri, Ankara, Zonguldak ve Trabzon İlleri Örneği. İstanbul Aydın Üniversitesi ,83-106.

Fjørtoft, I. Ve Sageie, J. (2000). The Natural Environment as a Playground for Children. Landscape description and analyses of a natural playspace. Landscape and Urban Planning, 48, 83–97.

Öztürk, M. (2001). Çocuk Oyunla Gelişir. Zoom Dergisi, Sonbahar Sayısı, 28-31.

Simonon, L. (2000). Permaculture playgrounds. Playlines, 8(21).

Şişman, E.E. ve Özyavuz, M. (2010). Çocuk oyun alanlarının dağılımı ve kullanım yeterliliği: Tekirdağ örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(1), 13-22.

Şişman, E. ve Gültürk, P. (2011). İlköğretim Okul Bahçelerinin Peyzaj Planlama ve Tasarım İlkeleri Açısından İncelenmesi: Tekirdağ Örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (3), 53-60.

Tekkaya, E.(2001) . Tasarlanmış çocuk hakları: Ankara çocuk oyun alanları. Milli Eğitim Dergisi, Sayı: 151, Temmuz-Ağustos-Eylül.

Yılmaz, S. ve Bulut, Z. (2002). Kentsel Mekanlarda Çocuk Oyun Alanları Planlama ve Tasarım İlkeleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33 (3), 345-351.

Yılmaz, Ş. (2010). Çocuk oyun alanlarının ilköğretim çağında ki kullanıcılarca değerlendirilmesi ve tasarım ilkelerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans), İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Zengin, F. (2001) . İlköğretim Okullarında Açık Alan Performansının Değerlendirilmesi ve Okul Oyun Alanları için Tasarım Kriterleri.(Yüksek Lisans) , İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

URL 1. <https://www.eatonsquareschool.com/mayfair/>

URL 2. <https://www.xn--schule-borchshhe-zwb.de/>

URL 3. <https://www.newton.k12.ma.us/masonrice>

URL 4. <https://www.daubeney.hackney.sch.uk/>

URL 5. <https://www.suneden.sa.edu.au/>

URL 6. <https://www.atlantapublicschools.us/toomer>

URL 7. http://www.bilfen.com/ilkogretim_okullari/bilfen-bahcesehir-ilkokulu.html

URL 8. http://www.bilfen.com/ilkogretim_okullari/bilfen-kosuyolu-ilkokulu.html

URL 9. <https://www.kulturokullari.com/iletisim-bilgileri>

URL 10. <https://ilkokul.yukselenkoleji.k12.tr/>

URL 11. <http://nenehatunilkokulu.meb.k12.tr/>

**ENERJİ ETKİN PEYZAJ TASARIM YAKLAŞIMLARI İLE KENTSEL DONATI
ELEMENLARI**

AYŞE GÜLAN ÇELEBİ

İnönü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

BİLGE HATUN AY

İnönü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

AYSUN TUNA

İnönü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

ÖZET

Doğa ile etkileşim halinde olan insanoğlu varoluşundan bugüne kadar doğanın bize sunduğu kaynakları kullanarak yaşamını sürdürmüştür. Günümüz ilerleyen teknolojisi ve değişen yaşam biçimleri ile her geçen gün enerji gereksinimine olan ihtiyaç artmaktadır. Yeryüzündeki doğal enerji kaynakları sınırlıdır. Artan enerji tüketimi neticesinde azalan enerji kaynakları stratejik anlamda da ülkeler için çok önemli hammaddeler arasında yerini almaktadır.

Günümüz şartlarında meydana gelen yoğun yapılaşma nüfus artışıyla beraber azalan enerji kaynakları var olan kaygılar neticesinde kentsel alanlarda koruma altına alınmıştır. Peyzaj tasarım yaklaşımları doğrultusunda sürdürülebilirlik kaygısı içerisinde enerji etkinliğinin sağlanması adına doğal kaynakların etkin kullanıldığı korumacı ve bütüncül planlama ele kararları alınarak yeni tasarım yaklaşımları oluşturulmalıdır. Enerjinin etkin kullanılması adına çevre duyarlılığının kazandırılması, ekolojik denge ile uyumlu mekanlar oluşturularak kentlerdeki sürdürülebilirliğin sağlanması son derece önemlidir. Bu amaç doğrultusunda kentsel donatı elemanlarının bu özellikleri taşıması en önemli etkidir. Kentsel donatı elemanları bulunduğu mekânda form, doku, renk, biçim gibi estetik özellikleri taşımasının yanı sıra malzeme, dayanıklılık, ergonomi, güvenlik gibi fonksiyonel anlamda da kullanıma uygun ve tercih edilen olmalıdır.

Bu çalışmada sınırlı olan doğal kaynaklar, sürdürülebilir kentlerde peyzaj tasarımında kentsel donatı elemanları ile enerji etkinliğinin nasıl ve ne şekilde sağlanabileceği, enerji tüketiminin hangi doğrultuda en aza indirgenebileceği araştırılacaktır. Çevresel veriler ele alınarak kentsel donatı elemanlarıyla çevre düzenleme ilişkileri değerlendirilmiş ve bu kapsamda kendi enerjisini kendi üreten, yağmur suyunu depolayıp sonrasında geri dönüşüme kazandıran ve ısı, su, ışık, rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakların kullanılmasıyla doğa dostu kentsel donatı elemanları önerilecektir.

Anahtar kelimeler: Enerji Etkin Peyzaj Tasarımı, Kentsel Donatı, Ekolojik Denge

**ENERGY EFFICIENT LANDSCAPE DESIGN APPROACHES AND URBAN EQUIPMENT
ELEMENTS**

ABSTRACT

The human being who has interaction with nature from distance to today using sources provided by nature. The requirements for energy needs is increasing with advancing the technology and changing lifestyles day by day. The natural energy resources are limited in the world. As a result of decreasing energy consumption, energy resources are the most important raw materials for countries.

Intensive construction in today's conditions with the increase in population, decreasing energy sources are taken protection in urban areas due to concerns. In line with the landscape design approaches, the new design approaches should be established by taking the conservative and holistic planning decisions in which natural resources are used in order to ensure energy efficiency in the concern of sustainability effectively. In order to use the energy in an effective way, it is very important to gain environmental awareness and to establish sustainability in cities by creating spaces compatible with ecological balance. For this purpose, it is the most important factor that urban reinforcement elements carry these properties. Urban reinforcement elements should be suitable and preferred for functional purposes such as material, durability, ergonomics, safety, as well as aesthetic properties such as form, texture, color and shape.

In this study, it will be investigated how the energy efficiency can be achieved by minimizing the natural resources, urban reinforcement elements in landscape design in sustainable cities and in which direction the energy consumption can be minimized. Environmental data is considered and environmental equipment relations with urban reinforcement elements are evaluated and within this scope, nature friendly urban reinforcement elements will be proposed with the use of renewable energy sources such as heat, water, light and wind, generating their own energy, storing rainwater and then recycling.

Key words: Energy Efficient Landscape Design, Urban Equipment, Ecological Balance

GİRİŞ

İnsanlık varoluşundan bugüne kadar yaşamını idame ettirebilmek için doğadan yararlanmıştır. İnsan kendi çıkarları uğruna kendisinin de bir parçası olduğu doğal çevreyi zaman içerisinde gerçekleştirdiği müdahaleler ile yıpratmakta, zarar vermekte ve tüketmektedir. İnsan ihtiyaçlarını karşılamak ve gelişiminin sağlıklı sürdürülmesi için gerekli olan enerji sanayi, ulaştırma, konut, tarım gibi çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır. Sağladığı faydaların yanı sıra enerji üretim, tüketim, taşınım, çevrim gibi çevre kirliliklerine de sebep olmaktadır. Gün geçtikçe artan enerji üretim-tüketim miktarları ve beraberinde salınan sera gazı miktarının artması çevre kirliliği ve küresel ısınmanın asıl sebebi olmuştur. Yani çevreyi tehdit eden asıl unsur enerjidir ve her geçen gün gördüğü zarara bağlı olarak değişim gösteren koşullar sebebiyle de enerji ihtiyacı artmaktadır.

Sanayi devrimi sonrasında teknolojik gelişmeler neticesinde şekillenen yaşam biçimi ile enerji gereksinimi artış gösterirken, enerji sağlayan kaynaklar azalmaktadır. Bu durum da ülkeleri hammadde arayışına yöneltmiştir. Çünkü enerji kaynakları sınırlıdır ve enerji kaynakları dünyada eşit dağılım göstermemiştir. Böylelikle enerjinin önemi ortaya çıkmış ve bu yönde çevre bilinci artmıştır. Peyzaj mimarlığı gibi tasarımıyla alakalı belli meslek grupları enerji tasarrufu sağlayabilecek çalışmalara yönelmiştir.

Peyzaj mimarlığı doğaya ve çevreye saygılı, planlama ve tasarım çalışmalarında ekolojik dengeyi daima göz önünde bulunduran bir meslek disiplini. Fiziksel çevrenin, yaşanabilir, nitelikli ve doğaya saygı bilinciyle tasarlanması ve sürekliliğinin sağlanması peyzaj mimarlığı mesleğinin temel hedeflerinden biridir (Yurtsev, 2015). Gelişmeler doğrultusunda artan nüfus artışıyla tükenmeye başlayan doğal kaynaklar ve artan enerji maliyeti gibi nedenler ile birlikte korumacı tasarım yaklaşımları ortaya çıkmıştır. 1960'lı yıllarda yaşanan enerji krizi çevre sorunlarının artmasına sebep olmuştur. Böylece 'sürdürülebilirlik' olgusuna karşı ilgide artmıştır.

Sürdürülebilirlik kavramı 'devam etme' ile 'zamanda aynı kalma' eylemlerinin bir arada olmasıdır. Sürdürülebilirlik, insanoğlunun temas ettiği tüm çevresinin 'koruma' ve 'hak' olgularının birlikte göz önüne alınması gerekliliğini ön görmektedir. Enerji, kaynak ve malzeme sistemlerinin korunumu ve sürdürülebilirliklerine ilişkin çalışmalar 'sürdürülebilir mimarlık' kavramını ortaya çıkarmıştır (akt. Yurtsev, 2015).

Enerji kaynakları ve mevcut değerleri korumanın aynı zamanda sürdürülebilirliğinin sağlanması amaçlandığında peyzaj mimarlarının sürdürülebilirlik kapsamına enerji etkinliğini sağlama konusu gündeme gelmiştir. Çevresel sorunlar üzerinde düşünmeye başlayan peyzaj mimarları, bu yönde doğaya saygılı, insan-toplum ilişkilerinde fayda sağlayabilecek tasarımsal çalışmalara ağırlık vermeye başlamışlardır. Böylelikle tasarımlarında öncelikle çevreye duyarlı, yeşil ve sürdürülebilir aynı zamanda enerji etkinliğinin sağlandığı tasarımlara sıklıkla rastlanır hale gelmiştir.

Kentsel yenileme baskısı altındaki şehircilik anlayışının, enerji etkin peyzaj tasarımı ile birlikte ele alınması sayesinde sonraki kuşakların karşılaştığı baskının minimal düzeye indirilmesi sağlanabilecektir. Peyzaj mimarlığı, enerji etkin tasarım kapsamında diğer tasarım disiplinlerine öncülük etmelidir (Yurtsev, 2015).

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK, SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE PEYZAJ TASARIMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Sanayi devrimi ile birlikte yaşanan gelişmeler neticesinde gelişen teknolojiyle birlikte enerji kaynaklarının hiç tükenmeyecekmiş gibi kullanımı, ülkelerin enerjiye yönelik tedbirler alınmasına mecbur bırakmıştır.

Böylece sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimarlık konuları dünyada konuşulmaya başlanmıştır (Çizelge 1).

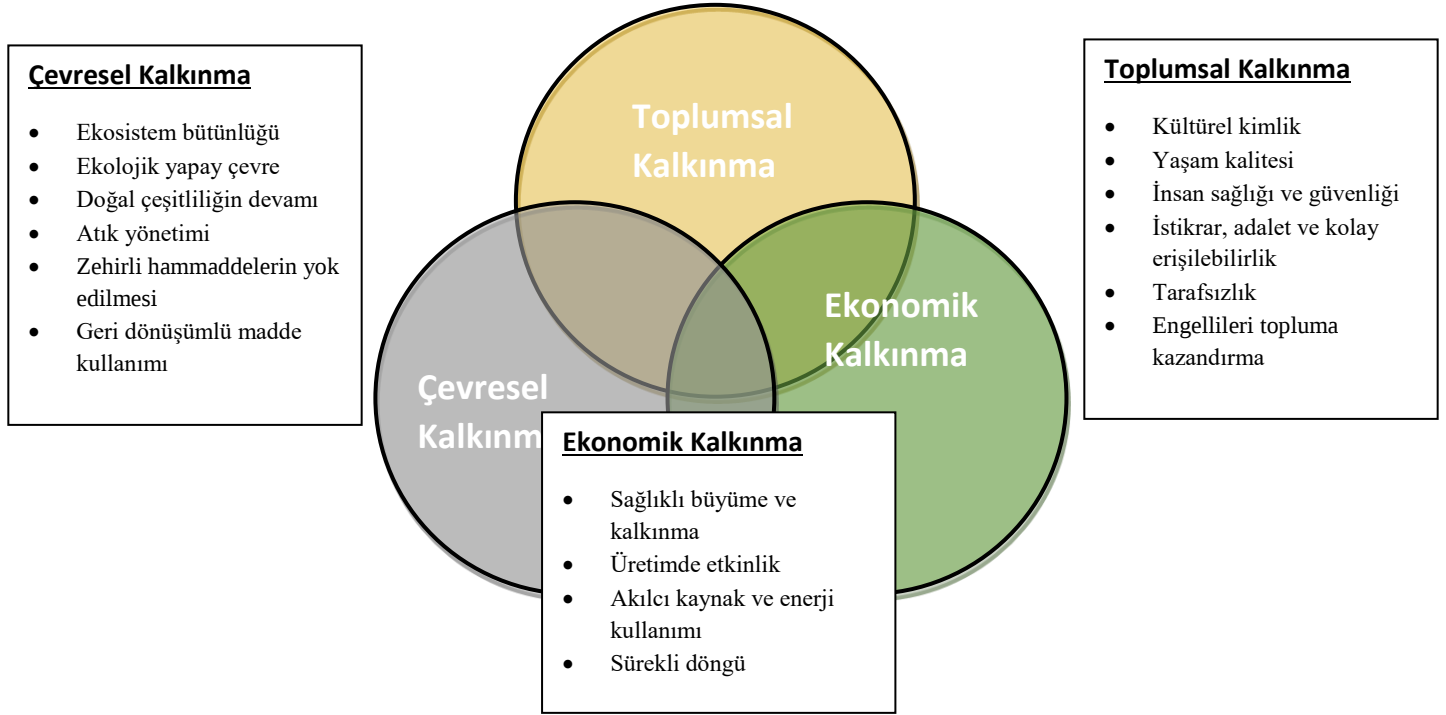
Tarih	Dönemler	Açıklama
15.-16. yy.	Bilimsel Rönesans	Çevresel Tahribatın Başlangıcı
18. yy.	Sanayi Devrimi	Sınırsız Büyüme Kavramının Kabulü
1960'lar	Sosyo Politik Yaklaşımlar	Çevreciliğin Radikal Protest Bir Hareket Olarak Tanımlanması
1970'ler	Enerji Hareketi	Kâr Amaçlı Tasarım Anlayışı
1980'lerin başı	Mekânın Sağıklaştırılması	İnsan İçin Tasarım Anlayışı
1980'ler	Post Endüstriyel Tasarım	Mevcut Endüstriyel Pratiklere Eleştiriler Yapılması
1980'lerin sonu	Yeşil Tasarım	Tasarım ve Çevrenin Teknik/Politik Bakışla Ele Alınması
1990'ların başı	Eko Tasarım	Tasarım Pratiğine Eleştiriler Yapılması
1990'ların sonu	Sürdürülebilir Tasarım	Bir Uzlaşma Platformu Oluşturma Çabaları

Çizelge 1. Çevreci yaklaşımların tarihsel ve kavramsal gelişimi (akt. Yurtsev, 2015).

Sürdürülebilirlik fikri 'var olma' ve 'süreklilik' terimlerinin bütünleşmesi olarak değerlendirilebilir. Çevre sorunlarının oluşmasında, yapılı çevre ve yapım faaliyetlerinde kullanılan enerji, kaynak ve malzeme önemli rol oynamaktadır (akt. Yurtsev, 2015). Çevre geniş anlamı ile 'doğa ya da insansal olmayan dünya' olarak anlaşılır. Bununla birlikte, çevre gerçekte doğa ile özdeş değildir; çünkü yapay çevre, kentsel çevre, toplumsal çevre gibi 'doğal olmayan' çevre de vardır. Doğal ve yapay öğeleriyle birlikte ele alındığında, çevre, doğadan daha geniş bir anlama sahiptir. Genel bir tanımla 'çevre, insan faaliyetleri ve canlı varlıklar üzerinde hemen ya da uzunca bir süre içinde dolaylı ya da dolaysız bir etkide bulunabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal etkenlerin belirli bir zamandaki toplamıdır.' Böyle tanımlandığında çevrenin kapsamadığı hiçbir alan ve süreç kalmaz (akt. Yegin, 2011).

Endüstrileşme ve nüfus artışıyla birlikte artan enerji ihtiyacı sonucunda çevre sorunları karşısında, uzun vadeli enerji planlanması yönünde çözüm üretmek gerekmektedir. Söz konusu planların temelinde ise sürdürülebilirlik kavramı önem kazanmaktadır. Sürdürülebilirlik, enerji, ekonomi, çevre ve toplum kavramlarının bir araya gelmesiyle şekillenen bir olgudur. Var olan kaynakları bozmadan, tüketmeden aynı zamanda yüksek verim elde ederek kaynak kullanımını gerçekleştiren ve tüm bu durumların devamlılığının sağlanması sonucunda sürdürülebilirlik oluşmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı Çelik Eren Gezg'in tanımladığı gibi 'her şeye rağmen' değil, 'her şeyi dikkate alarak' yaşamı sürdürme çabası olmalıdır ve bu kavram, insanoğlunun ılıman iklimlerde güneye bakan mağaraları, kuzeye bakan mağaralara tercih ettiğinden bu yana var olmuştur (akt. Yurtsev, 2015).

Küreselleşen çevre-enerji sorunları ve sorunların çözümü için sürdürülebilirliğin bu kapsamdaki rolü esas alındığında, sürdürülebilir kalkınma için üç kavram önem kazanmaktadır. Bunlar çevresel kalkınma, toplumsal kalkınma ve ekonomik kalkınmadır. Bu üç kavramın kendi amaç ve işlevleri bulunduğu gibi bazı durumlarda ortak bir noktada kesiştikleri de görülmektedir (Şekil 1).



Şekil1. Sürdürülebilir kalkınmanın çevresel, toplumsal, ekonomik boyutları (akt. Yegin, 2011).

Enerji kaynaklarının verimli kullanımı ile birlikte çevre kirliliğinin azalması sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesi için en önemli kriterdir.

Sürdürülebilir peyzaj tasarımı ise yaşanabilir dış mekânlar yaratmak için doğal, yapısal, kültürel ve bilimsel verileri estetik kurallar çerçevesinde, kaynak koruma ve geliştirme ilkeleri doğrultusunda kullanma sanatıdır. Teknolojik, ekolojik ekonomik ve sosyo-psikolojik içeriklidir. Tasarımcılar için heyecan verici, yaratıcı ve iddialı bir uğraş; sürdürülebilirlik açısından, inceleme, analiz, çözüm, uygulama, değerlendirme, bakım ve onarım zincirinden oluşan bir süreçtir. Sürdürülebilir peyzaj tasarımının ana hedefleri, su ve enerji tasarrufu, atıkları ve su kaybını azaltmaktır. Sürdürülebilir peyzaj tasarım hedefine ulaşmak için;

- Atık suyun tekrar kullanımı,
- Toprak koruma,
- Mevcut bitki örtüsünün korunması,
- Mevcut kaynakların korunması önem kazanmaktadır.

Enerjinin Tanımı ve Önemi

Enerji, bir cisim ya da cisimler sisteminin iş yapabilme özelliğidir. Enerji doğada zaten mevcuttur ve fiziksel kurallara göre yoktan var edilemez ve var olan enerji yok edilemez; ancak bir şekilden diğer bir şekle dönüştürülebilir (akt. Yurtsev, 2015). Enerji insan hayatı boyunca geçmişten bugüne dek gelmiş en önemli gereksinimdir. Yani enerji canlıların yaşamı için en temel gerekliliktir. Geçmişe kıyasla günümüzde insanların bütün yaşamsal aktiviteleri için daha fazla enerji ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Sınırsız olmayan enerji için ise hükümetler üretim yapabilmek adına yeni teknolojik gelişmeler üzerinde çalışmalar yapmaktadır.

Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları, enerjinin depolandığı ve depolanan enerjinin direkt kullanımı veya başka bir enerjiye dönüşümü için elde edilen kaynaklardır. Pek çok enerji kaynağı yeryüzünde mevcuttur. Özelliklerine göre sınıflandırılacak olursa enerji kaynakları;

- Güneş temeline göre,
- Depo edilebilirliğine göre,
- Yenilenebilirliğine göre,
- Dönüştürülebilirliğine göre,
- Kullanılabilirliğine göre sınıflandırılır (akt. Yurtsev, 2015).

Enerji, kuşaklar arası adalet de unutulmadan, günümüzde ve gelecekteki yaşam kalitesi göz önünde bulundurularak, diğer insan ve toplumların zarar görmesi pahasına bu denli tüketilmemelidir. Enerji kaynakları, aynı şekilde gelecek nesiller tarafından da kullanılabilir. Sürdürülebilirlik açısından ele alınan enerji, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak iki başlığa ayrılabilir.

Yenilenebilir enerji kaynakları;

- Güneş enerjisi,
- Rüzgâr enerjisi,
- Jeotermal enerji,
- Hidrojen enerjisi,
- Su enerjisi,
- Biokütle enerjisi olarak sınıflandırılabilir.

Yenilenemeyen enerji kaynakları;

- Fosil yakıtlar (kömür, doğal gaz, petrol),
- Nükleer kaynaklar (uranyum, toryum) olarak sınıflandırılabilir (akt. Yurtsev, 2015), (Çizelge 2).

Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Yenilenemez Enerji Kaynakları
Direkt Güneş Enerjisi (Isı, Işık)	Fosil Yakıtlar • Gaz (Doğal Gaz) • Sıvı (Petrol, Katran) • Katı (Kömür)
Biyolojik (Fotokimyasal) Enerji • Odun • Tahıl ve Hayvanlar • Organik Atıklar • Biyolojik Gaz • Hayvan ve İnsan Gücü	Nükleer • Fizyon • Füzyon (Deteriyum, Lityum)
Dolaylı Güneş Enerjisi • Su ve Hidrolik • Rüzgâr • Dalga • Termik Isı Farkı • Gelgit	Jeotermal (Isı Kapanı)
Jeotermal (Isı Akışı)	

Çizelge 2. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması.

Bu çalışma kapsamında yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde durulacaktır.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji teknolojisi, doğal olarak sürekli yenilenen güneş, rüzgar gibi kaynakları kullanılabilir enerjiye dönüştüren ve daha çok elektrik, kimyasal, mekanik ve ısı enerjisi elde eden alternatif bir enerji üretme teknolojisidir. Yenilenebilir enerji kaynakları sadece sınırlı kaynak rezervleri için alternatif bir kaynak değil, çevre için de olumsuz etkileri minimum düzeyde olan enerji kaynaklarıdır. Bu yüzden yenilenebilir enerji ‘temiz’ ya da ‘yeşil’ enerji olarak da adlandırılabilir (akt. Yurtsev, 2015).

Yenilenebilir enerji kaynakları olarak;

- Güneş kolektörleriyle güneş ışığını ısıya, ışığa ve elektrik enerjisine dönüştüren güneş enerjisi,
- Rüzgâr tribünleri ile rüzgâr gücünden elektrik enerjisi sağlayan rüzgâr enerjisi,
- Yer altı sıcak su kaynakları ile elektrik enerjisi üretilen ve binaların gerek ısınması gerekse de serinletilmesini sağlayan jeotermal enerji,
- Suyun kinetik enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren hidroelektrik santralleri,
- Organik tarımsal atıkların yakılmasıyla elde edilen biyoenerji,
- Hidrojen atomundan elektrik enerjisi üretilen hidrojen yakıtı,
- Okyanus dalgaları ve gelgit sonucu üretilen elektrik enerjisi,
- Güneşin sağladığı ısıtım ile elde edilen termal enerji örnek olarak sayılabilir (akt. Yurtsev, 2015).

ENERJİ ETKİN PEYZAJ TASARIMI

Peyzaj; canlıların birbiriyle ve çevreleri ile etkileşimi sonucu oluşan ve bu ilişki ve etkileşimler çerçevesinde tanımlanabilip sınırlandırılabilen bir fiziksel çevredir. Geçmiş ile günümüz, doğa ile kültür arasında bağ kuran, belirli bir yerden bakıldığında görüş açısına giren tüm topografik, doğal ve kültürel verileri kapsar (akt. Yurtsev, 2015).

Enerji etkin peyzaj tasarımı, çevreye duyarlı peyzaj planlama, tasarım ve yönetim konularını, kısaca ekolojik tasarımı içerir. Ken Yeang (2008)’e göre ekolojik tasarım; Dünya üzerinde ekosistemdeki her şeyin zincir oluşturduğunun ve bu zincir içindeki müdahalenin hem yerel hem de küresel anlamda ekosistemi etkilediğinin farkında olarak tasarımı geliştirmektir. Ekolojik tasarım, insan eliyle yapılan ortamın ya da tasarım sistemlerinin doğal çevreyle en uyumlu ve iyi bir şekilde bütünleşmesini sağlamak için vardır (akt. Yurtsev, 2015).

Enerji etkin peyzaj tasarımı, kendi enerjisini kendi üreten, tüm enerji kaynaklarını kullanabilen sistemlere sahip olmak, çevreye vereceği zarar düzeyinin minimum miktarda olması ve geri dönüşümle tekrar kazanılabilen, yağmur ve atık suları toplayıp kullanıma geri kazandıran ve yeşil çevreyi koruyan çevreci özelliklere sahip olmalıdır. Enerji etkin çözümlerin tam olarak anlam kazanabilmesi için çevresel etkenler ile birlikte teknolojik gelişmeler ve aynı zamanda tasarımsal çözümlerin bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir.

Enerji Etkin Peyzaj Tasarım Parametreleri

Enerji etkin peyzaj tasarım parametreleri genel olarak yapı ve arazi üzerinden değerlendirilerek ele alınmıştır. Bu çalışmada enerji etkinliği kent mobilyaları kapsamında değerlendirilecektir. Fakat kısaca söz konusu parametrelere de değinilecektir.

Bir tasarım kararı almadan önce enerjinin etkin kullanımına yönelik parametreler değerlendirilmeli, bu yönde çalışmalar yapılmalıdır. Peyzaj tasarımı yapılmadan önce, her yönüyle değerlendirilebilen bir alan analiz çalışması yapılmalıdır. Bu çalışmaya göre güneş ve rüzgâr yönü, yaya ve araç erişimi, eğim ve bakı durumu, bitkisel doku, toprak ve su varlığı ve kalitesi ile ilgili tüm kriterler göz önünde bulundurulmalı, bu analizler doğrultusunda hareket edilmelidir. Peyzaj mimarlığı kapsamında yapılması gereken analizler şunlardır;

- Çevresel etkenlere ilişkin parametreler,
- Yapı tasarımına ilişkin parametreler,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı,
- Diğer enerji etkin peyzaj tasarım araçları (Yurtsev, 2015), (Çizelge 3.).

Enerji Etkin Parametreler			
Çevresel etkenlere ilişkin parametreler	Yapı tasarımına ilişkin parametreler	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı	Diğer enerji etkin peyzaj tasarım araçları
- İklim - Topografik yapı - Su - Toprak - Bitki örtüsü	- Yapının konumu - Yapının formu - Yapının malzemesi	- Güneş - Rüzgar - Su	- Yeşil duvarlar - Yeşil çatılar

Çizelge 3. Enerji etkin parametrelerin sınıflandırılması

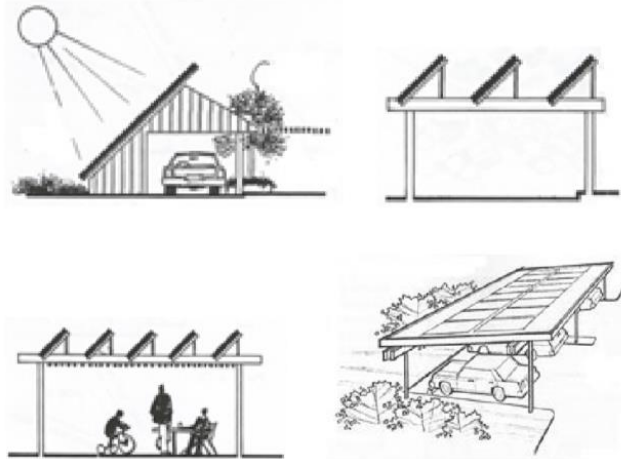
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI DOĞRULTUSUNDA KENT MOBİLYALARI

Enerji etkin peyzaj tasarımında, sürdürülebilirliğin sağlanması için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla insanlığın doğaya verdiği zararı minimuma indirmek ve bu doğrultuda daha sağlıklı ve yaşanabilir, aynı zamanda kullanışlı-estetik çevrenin oluşması ulaşılmaya hedeflenen sonuçtur.

Geleneksel anlamda teknoloji, işlevsellik, estetik, ekonomi olarak tanımlanan mimari tasarım ölçütleri enerji etkinliği ile birlikte doğa, çevre, enerji, konfor konularını da içermeye başlamış, genişlemiş ve değişmiştir. Bu değişim ile birlikte işlevsellik yalnızca tasarlananın kullanıma uygun olarak biçimlenmesi değil, işlevini gerçekleştirirken aynı zamanda doğayı olabildiğince az bir zararla tahrip eden, çevre dostu, enerji üretimi sağlayan ve kullandığı enerjiyi bir şekilde koruyabilmesidir. Genel anlamda enerji etkinliği bir bütün olarak ele alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve korunumu sayesinde, doğa-insan ilişkisini destekleyen tasarımların gerçekleşmesi istenilen durumdur. Bu kaynaklardan öncelikle güneş ve rüzgâr enerjisi ile su kullanım kontrolü üzerinde durulmalı ve bu enerji kaynaklarının kentsel mobilyalar ile olan ilişkisi üzerinden örnekler verilmelidir.

Güneş enerjisinden yararlanma

Güneş dünyadaki ana enerji kaynağıdır ve çevre kirliliğine sebep olmayan en ideal yenilenebilir enerjidir (akt. Yüksek vd. 2016). Güneş enerjisini depolayarak çeşitli alanlarda bu enerjiyi kullanan kent mobilyaları birçok alanda kullanılmaktadır. Garaj, otopark alanları ve pergolalar gibi yapısal elemanların üzerine güneş panelleri yerleştirilebilmektedir (akt. Yurtsev, 2015), (Şekil 2.).

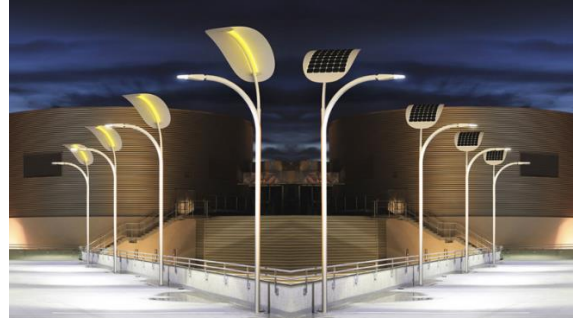


Şekil 2. Güneş panelinin yanları açık otopark ve pergola üzerine farklı pozisyonlarda konumlandırılması (akt. Yurtsev, 2015).

Güneş enerjisi ile çalışan sokak lambaları, güneş enerjisini kullanarak elektrik üreten oturma birimleri, telefon şarj üniteleri, wi-fi istasyonları, otobüs durakları bu alandaki örneklerdendir (Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5).



Şekil 3. Güneş enerjisi ile çalışan şarj istasyonu/bank (URL1).



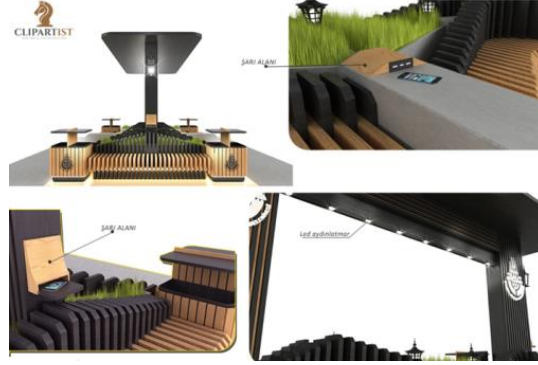
Şekil 4. Güneş enerjisi ile çalışan aydınlatma elemanı/sokak lambaları (URL2).



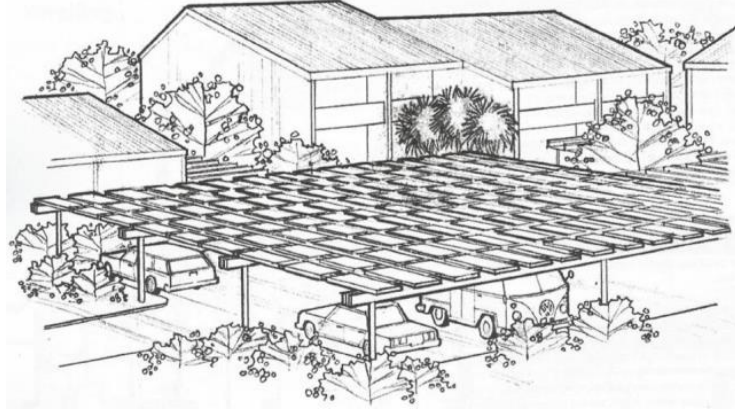
Şekil 5. Güneş enerjisi ile çalışan wi-fi ve şarj istasyonu/otobüs durağı

Kent mobilyaları ile entegre kullanımlar dışında güneş panelleri fazla güneş ışığı çeken asfalt kaplamalı bölgelerin yakınlıklarına yerleştirilerek de enerji elde edebilmek mümkündür (akt. Yüksek vd. 2016), (Şekil 6.).



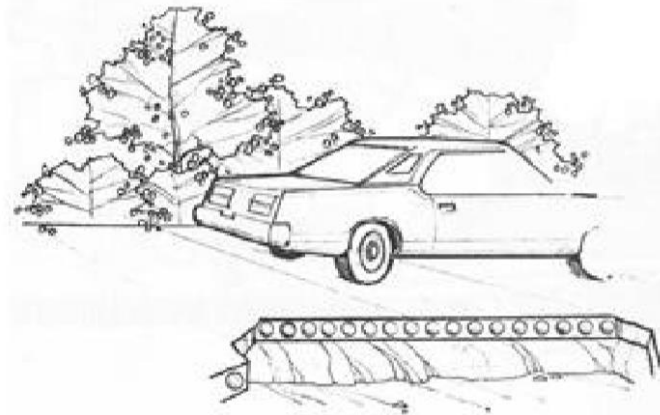


Şekil 6. Güneş enerjisi ile çalışan bank/şarj istasyonu (URL3).



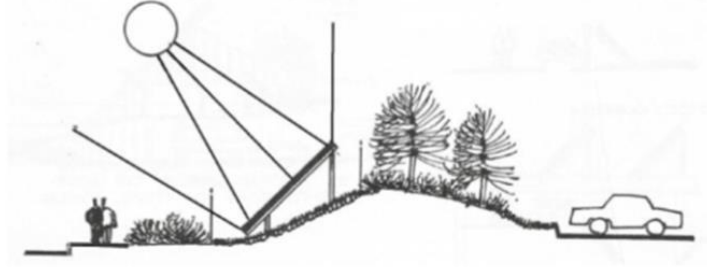
Şekil 7. Güneş panellerinin tüm otopark alanı üzerinde hafif gölgeleme elemanı olarak kullanılması (akt. Yurtsev, 2015).

Açık otopark alanlarında zemin kaplama malzemesi genellikle asfalt olmaktadır. Asfalt yeni ise ya da zemine yakın zamanda uygulanmışsa, yüksek ısı emici bir hacim özelliği göstermektedir. Bu durumda güneş panelleri güneş ışığını toplayarak asfaltın ısıtıcı etkisini azaltabilmektedir (akt. Yurtsev, 2015) (Şekil 7).

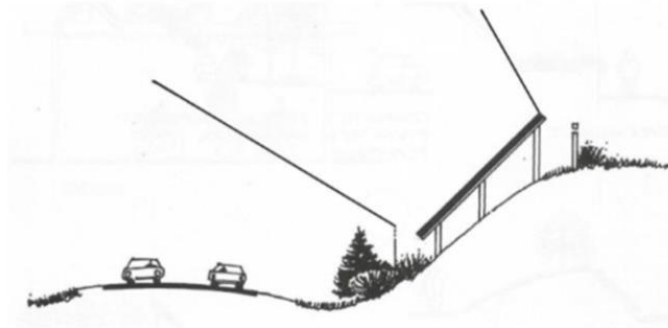


Şekil 8. Güneş toplama borularının yollara yerleştirilmesi (akt. Yurtsev, 2015).

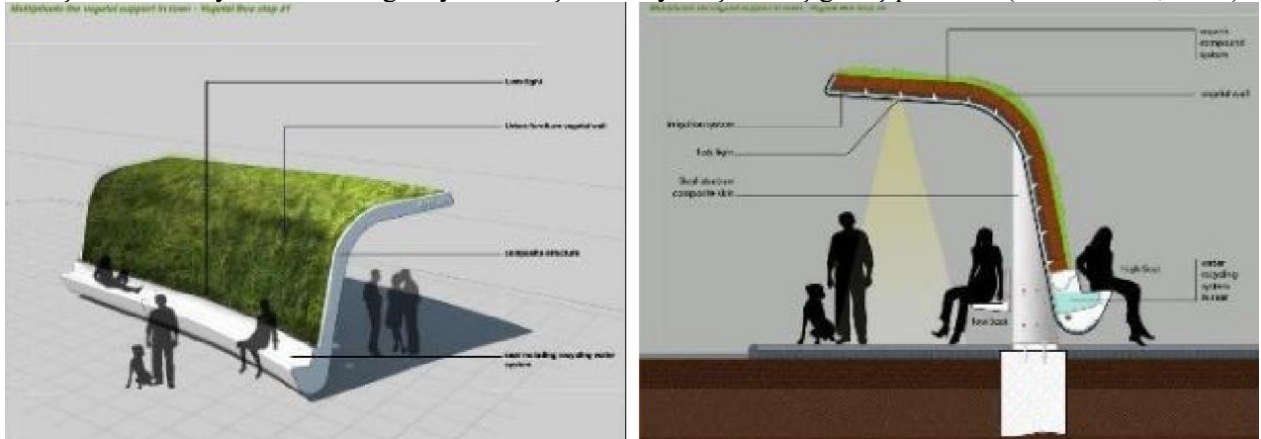
Asfaltın koyu rengi ve pürüzlü yapısı sayesinde güneş ışınları zemine daha fazla nüfuz etmektedir. Bu sayede asfalt yollara ya da otoparklara güneş toplama boruları yerleştirilir. Güneş panelleri, genel ulaşım yollarının yakınındaki alanlarda, otoyol kenarındaki güneşe bakan şevlerde ya da yol boyunca uygulanmış otopark alanları yanındaki yamaçlarda tesis edilebilmektedir (Yurtsev, 2015), (Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10).



Şekil 9. Büyük otopark alanlarını sınırlandırıcı yükselti üzerine yerleştirilmiş güneş panelleri (akt. Yurtsev, 2015).



Şekil 10. Otoyol kenarında güneye bakan şevlerde yerleştirilmiş güneş panelleri (akt. Yurtsev, 2015).



Şekil 11. Bitkisel otobüs durağı (akt. Yüksek vd. 2016).

Yağmur suyunun en bilinen hasat biçimi çatı yüzeylerinden elde edilmesiyle, fakat asfalt ve beton yüzeyler ile araba park yerleri, benzeri geçirimsiz alanlardan ve peyzajın hatlarını belirlediği yer yüzeyinden de yağış suyu hasadı yapılabilmektedir. Yağmur suyunun ya da gri suyun toplanmasıyla doğal su kaynakları etkili bir biçimde kullanılmaktadır. Gri su, bitkisel alanların sulanmasında kullanılarak, doğal su kaynaklarının hızla azalmasına engel olan, atık su teknolojisinin en önemli sonuçlarından, yağmur suyunun toplanarak, muhafaza edilmesi veya bir yere aktararak kullanıma sunulabilmesi için yağmur suyunu toplayan peyzaj donatıları, tasarım elemanı olarak kullanılabilir (Şekil 11).

Rüzgâr enerjisinden yararlanma



Şekil 12. Dünyanın ilk rüzgâr enerjili şarj istasyonu (akt. Yüksek vd. 2016).



Şekil 13. Rüzgâr ağacı (URL4).

Fosil kaynakların tükeneyeceği anlaşıldıktan sonra rüzgâr enerjisi ile ilgili çalışmalar artmıştır (Yurtsev, 2015). Güneş enerjisinde olduğu gibi rüzgâr enerjisi de son zamanlarda kent mobilyalarının enerji üretmesi için donatılara eklenmektedir. Rüzgâr, yenilenebilir enerji kaynakları içinde bol ve temiz bir enerji kaynağı olarak tüm dünyada kullanım imkânı olan yenilenebilir popüler bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr gücünün bir enerji kaynağı olarak kullanılabilirliğinin icadından sonra, bilim adamları ve hükümetler rüzgâr yoluyla enerji üretimi geliştirmeye başlamıştır (Şekil 12, Şekil 13).

SONUÇ

Kentsel mekânların enerji kullanımında büyük rolü vardır. Bu durumda özellikle bu alanlarda enerji etkinlik kriterleri göz önünde bulundurulmalı, bu kriterlere bağlı olarak tasarım ve planlamalar yapılmalı, enerji ve kaynak kullanımına dikkat edilmelidir. Yenilenebilir enerjilerin ve doğal kaynakların kullanımına dikkat edilmesi ile birlikte sürdürülebilirlik olgusu da önem kazanmaktadır. Sürdürülebilirliğin devamlılığı için atılabilecek en doğru adım yapılar ve çevresi bir bütün olarak ele alınmalı, kentsel mobilyalar ve diğer bütünleyici elemanlar, yollar, geçitler bunlardan ayrı olarak değerlendirilmemeli ve enerji etkinlik kriterleri baz alınarak tasarım ve planlamalar yapılmalıdır. Bu süreçte enerji etkinlik parametreleri önem arz etmektedir.

Çalışma neticesinde kentsel ve kırsal dış mekân tasarımları için güneş ve rüzgâr enerjisinden yararlanılmalı, su tasarrufu yapılmalı ve geri dönüşüme kazandırılan bu enerjiler ile aydınlatma ve şarj üniteleri, kent mobilyaları gibi kullanımlara dâhil edilmelidir. Bu sayede günlük yaşantımızda kullanım açısından kolaylık ve fonksiyonel anlamda yarar sağlanmış olurken yenilenebilir enerji kullanımı için de destek, enerji etkinliği ile kaynakların korunumu ve sürdürülebilirliği sağlanmış olunur.

Genellikle çatılarda ve yapı cephelerinde kullanımı yaygın olan güneş panelleri otopark alanlarında gölgeleme amaçlı donatıların üzerine ya da rekreasyon alanlarında gölge elemanlarının üzerine yerleştirilebildiği gibi birbirine eklemlenerek, gölgeleme elemanı olarak da hem fonksiyonel hem de estetik bir kullanım olanağı sağlayabilmektedir. Bu kullanım olanağı ile parklarda oturma elemanları üzerine de yerleştirilerek parkın gerekli aydınlatma, süs havuzu gibi elektrik enerji ihtiyacı karşılanabilmektedir.

Enerji etkinliği, enerjinin bir yandan tüketimi gerçekleşirken diğer yandan üretimi ile enerji tasarrufu sağlanan önemli bir gelişmedir. Sürdürülebilir mimarlık kapsamında enerji etkin peyzaj tasarım yaklaşımları ile kentsel donatıların ele alındığı bu çalışmada incelenen tüm tasarım kriterleri öncelikle peyzaj mimarları olmak üzere tasarımla ilgili diğer tüm meslek disiplinleri tarafından dikkate alınması sonucunda, doğal kaynakların etkin kullanımı ile sürdürülebilir mimarlık hedefine ulaşma konusunda önemli adımlar atılabilir.

KAYNAKÇA

- Alpay, C.O., Kalaycı, A. ve Birişçi, T. 2013. “Ekolojik Tasarım Kriterlerine Göre Kent Parkı İyileştirme Modeli İzmir Kültürpark Örneği”, TMMOB İzmir 2. Kent Sempozyumu, İzmir.
- Caula, R. 2012. Word’s First Wind Powered Electric Charging Station. Designboom .
- Ciravoğlu, A. 2006. “Sürdürülebilirlik Düşüncesi – Mimarlık Etkileşimine Alternatif Bir Bakış: ‘Yer’in Çevre Bilincine Etkisi”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- DOE, 2001. Renewable Energy: An Overview. A National Laboratory of The U.S. Department of Energy Office Of Energy Efficiency & Renewable Energy, U.S.A.
- DOE, 2001. The National Renewable Energy Laboratory, *Elements of an Energy-Efficient House*. Amerika: The Energy Efficiency and Renewable Energy Clearinghouse.
- Gül, A. ve Küçük, V. 2001. “Kentsel Açık-Yeşil Alanlar ve Isparta Kenti Örneğinde İrdelenmesi”, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Sayı:2, ISSN: 1302-7085, 27-48 s.
- Keleş, R. ve Yılmaz M. 2004. “Sürdürülebilir Konut Tasarımı ve Doğal Çevre” , <http://www.tarihikentlerbirliğı.org> Sayı:13, Makale 76.
- Keleş, R. 2009. Çevre Politikası, İmge Kitabevi, Ankara.
- Lawrence, R. J. 1991, “Environmental Design Evaluation: The Pertinence of a Human Ecology Perspective”, Open House International, 16 (4): 29-35p.
- Makina Mühendisleri Odası, ‘Yenilenebilir Enerji Kaynakları’, 71s. http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/9514e888b8f2aca_ek.pdf (Erişim tarihi: 20.07.2015).
- Robinette, G. 1983. “Landscape Planning for Energy Conservation, Van Nostrand Reinhold Company”, USA.
- Sev, A. 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yem Yayın-155, İstanbul.
- Yegin, N. 2011. “ Çevre Ve Sürdürülebilir Kalkınma Bağlamında Enerji Etkin Peyzaj Planlama Yaklaşımı”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız, M. 2006. “Dünyada ve Türkiye’de Alternatif ve Fosil Enerji Kaynaklarının Geleceğe Yönelik Etüdü”, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yurtsev, A.A. 2015. “Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Enerji Etkin Peyzaj Tasarım Yaklaşımları”, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yüksek, İ. ve Keke, D.G.B. 2016. “Yapılarda Enerji Etkin Peyzaj Uygulamaları”, Sosyo-Ekonomik Stratejiler IV: Tasarım Stratejileri.

RESİM KAYNAKÇA

URL 1: <https://www.uncusehir.com/bornova-nin-parklarında-gunes-enerjili-bank/47550/>

URL 2: <http://www.aydinlatma.org/gunes-enerjili-aydinlatma-nasil-yapilir.html>

URL 3: <http://kentselmobilya.com/solar-panelli-bank/>

URL 4: <http://superileri.com/bir-fransiz-sirketinin-urettigi-agac-seklindeki-ruzgar-turbini-6-kmsaat-hizindeki-ruzgarda-3-1-kilowatt-uretiyor/>

**MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ BATTALGAZİ (MALATYA) KAMPÜS
ALANI ALÜVYONLARINA AİT SEDİMANLARIN ESKİ AKINTI YÖNÜ, DOKUSAL
ÖZELLİKLERİ VE DEPOLANMA ORTAMLARININ BELİRLENMESİ**

ÇİĞDEM CEYLAN

Öğr. Grv. Malatya Turgut Özal Üniversitesi

MEHMET ÖNAL

Prof. Dr. İnönü Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada; Malatya Turgut Özal Üniversitesi Battalgazi kampüs alanında açılan bir dizi araştırma çukurundan alınan sediman numunelere ait eski akıntı yönü ve dokusal özellikler belirlenmiş ve tane boyu istatistiksel parametreleri hesaplanarak depolanma ortamları belirlenmiştir. Sediman numuneler üzerinde alınan ölçümler değerlendirildiğinde, eski akıntı yönünün kuzeybatıdan güneydoğuya doğru olduğu görülmüştür. Sedimanlara ait dokusal özellikler kapsamında numunelerin tane şekli tanımlamaları için 387 numune üzerinde ölçümler alınmış ve Zinng Küresellik sınıflaması kullanılarak tane şekilleri tanımlanmıştır. Buna göre numuneler; küre, çubuk, pul ve disk şeklindedir. Çalışma alanı sediman numuneleri üzerinde Folk'a göre tane boyu sınıflaması yapılmış ve yoğun olarak kumlu zeminden oluştuğu ve az miktarda kil, silt ve çakıl içerdiği tespit edilmiştir. Tane boyu istatistiksel parametreler değerlendirildiğinde sediman numunelerin depolanma ortamları flüvial ortam olduğu tespit edilmiştir.

Abstract

In this study; Old flow direction and textural characteristics of sediment samples taken from a series of research pits opened in Malatya Turgut Özal University Battalgazi campus area were determined and the storage parameters were determined by calculating the statistical parameters of grain size. When the measurements taken on sediment samples were evaluated, it was seen that the old flow direction is from northwest to southeast. In order to define the grain shape of the samples within the context of the textural properties of the sediments, measurements were taken on 387 samples and grain shapes were defined using the Zinng Sphericity classification. Samples according to this; sphere, rod, washer and disk shape. Sediment samples of the study area were classified according to Folk and consisted of sandy ground and contained a small amount of clay, silt and gravel. When the statistical parameters of grain size were evaluated, it was determined that the sediment samples were in the fluvial environment.

1. GİRİŞ

Zemin tanımlamaları; kaynak belirleme, oluşum ortamlarının tanımlanması açısından oldukça önemlidir. Arazide zemin tanımlamalarında kaba tanelerin tane boyu (ince, orta, kaba), tane şekli (köşeli, yuvarlak, küresel vb), tane rengi, derecelenmesi (iyi veya kötü), sıkışma durumu ve ince tanelerin durumunun ortaya konulması gerekmektedir [1]. Tane morfolojisi dört açıdan taneyi inceler. Bunlar; tane şekli, küresellik, yuvarlaklık ve yüzey özellikleridir [2].

Tane şekli bir cismin üç boyutu arasındaki ilişkinin bir ölçüsü olarak tanımlanır. Küresellik, bir cismin boyutlarının ne kadar birbirine yakın olduğunun ölçüsüdür. [2]. Küresellik tanenin bozunma sürecinde oluşan bir özelliktir. Yassı bir tane, taşınma süresince yuvarlaklaşmaya başlar [3]. Folk, tane şekli ile ilgili; eş kenarlı veya kompakt taneler, düzensel taneler, çubuksu taneler ve disk şekilli taneler olmak üzere dört temel sınıflama tanımlamıştır [2].

Bu çalışmada; sedimantolojik çalışmalar kapsamında örselenmiş numuneler üzerinde; tane boyu dağılımı, tane şekli, oluşum ortamı, örselenmemiş çakıllar üzerinde ise eski akıntı yönü belirleme çalışmaları yapılmıştır.

Zeminlerin tane boyu; onların sürüklenme, taşınma ve depolanmalarını etkileyen en temel özelliktir. Bu nedenle tane boyu dağılım analizi; sediman kaynağı, taşınması ve depolanma mekanizmaları hakkında önemli ipuçları sağlar [4,5,6]. Yatak yüzey sedimanlarının tane boyu dağılımı bireysel depolanma ortamının, ana malzemenin tane boyu dağılımının, seçili ve yıkıcı taşınma mekanizmasının ve çökellerin hidrodinamik özelliklerinin sonucu olarak değişir [6]. Zeminlerin tane boyu dağılım analizi; farklı boyutlardaki tanelerin ağırlıkça yüzdelere hesaplanmasını içerir. İri taneli zeminlerin (0,075 mm'den büyük) tane boyu dağılım analizi elek analizi ile belirlenirken, ince taneli

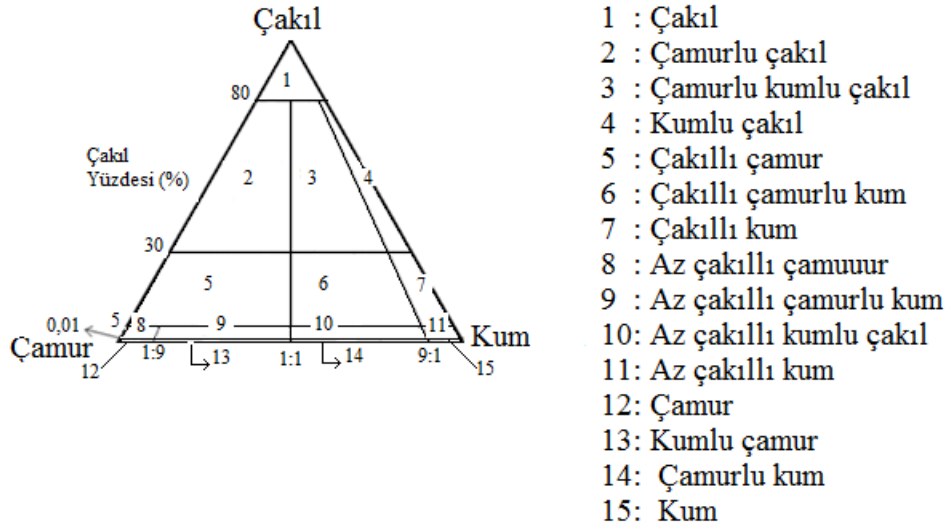
zeminlerin (0,075 mm'den küçük) tane boyu dağılım analizi hidrometre analizi (sedimentasyon) ile belirlenir [1,7,8].

Folk kırıntılı sedimenter kayalar üçgen diyagram oluşturarak on beş sınıfa ayırmıştır [2]. Folk'un üçgen diyagramı Şekil 1.1'de verilmiştir.

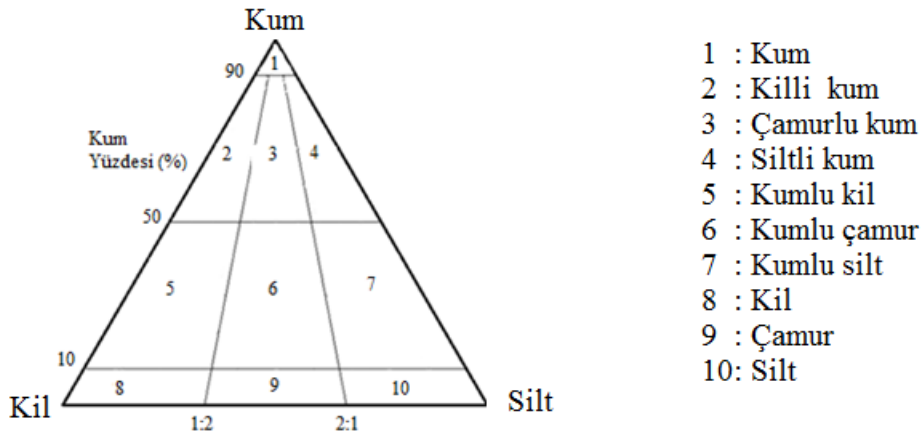
2.1.1.1. Tane boyu dağılımı istatistiksel parametreleri

Tane boyu dağılımının tanımlanmasında kullanılan dört temel parametre vardır. Bunlar; ortalama tane boyu, boylanma, çarpıklık ve tepelenme (basıklık) ölçüsüdür [4,5].

İstatistiksel parametrelerin elde edilmesinde yaygın olarak kullanılan metotlardan biri örneğin kümülatif eğrisini oluşturmak ve değişik kümülatif oranlarla temsil edilen çapları okumaktır. [2,4,5].



a) Çakıl- Kum- İnce sınıflaması



b) Kum- Silt- Kil sınıflaması

Şekil 1.1 Kırıntılı kayaç sınıflaması [2]

A. Ortalama Tane Boyu Ölçütleri

- Mod (Mo):** En çok görülen tane boyutudur [2].
- Medyan (Md):** Kümülatif eğri üzerinde %50 çizgisine karşılık gelen tane boyu değeridir.
- Grafik Orta (Mz) :** Yaklaşık olarak tane boyu aritmetik ortalamasıdır [9, 10]. Eşitlik 1.1 kullanılarak hesaplanır.

$$M_z = \frac{(\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})}{3} \quad (1.1)$$

B. Değişmezlik Ölçütleri

- a. **Boylanma Katsayısı (σ_1):** Boylanma; bir değişken (tane boyu gibi) topluluğundaki bir örneklik derecesidir [9]. Eşitlik 1.2 kullanılarak hesaplanır [2, 3, 10]. Folk'un sedimanların boylanma sınıflaması Çizelge 1.1'de verilmiştir [2].

$$\sigma_1 = \frac{(\phi_{84}-\phi_{16})}{4} + \frac{(\phi_{95}-\phi_5)}{6,6} \quad (1.2)$$

Çizelge 1.1 Boylanmanın grafik standart sapma sınıfları [2, 3].

σ_1	Boylanma
$< \phi 0,35$	Çok iyi boylanmış
$\phi 0,35 - \phi 0,50$	İyi boylanmış
$\phi 0,50 - \phi 0,71$	Orta derecede iyi boylanmış
$\phi 0,71 - \phi 1,00$	Orta boylanmış
$\phi 1,00 - \phi 2,00$	Kötü boylanmış
$\phi 2,00 - \phi 4,00$	Çok kötü boylanmış
$\phi 4,00 <$	Aşırı derecede kötü boylanmış

- b. **Çarpıklık (Sk_1):** Çarpıklık, simetrik tane boyu dağılımından sapmayı ifade eder. Pozitif çarpıklık değeri, tek yönlü akış ile taşınma sonucu, negatif çarpıklık ise ince taneli malzemenin savrulma hareketi ile ortamdan uzaklaşması sonucu oluşur [11]. Bununla birlikte; suyla taşınan kumlar negatif çarpıklık gösterirler [12]. Sedimanların çarpıklık değeri Eşitlik 1.3 ile bulunurken, sınıflaması ise Çizelge 1.2'ya göre yapılır [2,10].

$$Sk_1 = \frac{(\phi_{16}+\phi_{84}-2\phi_{50})}{2(\phi_{84}-\phi_{16})} + \frac{(\phi_5+\phi_{95}-2\phi_{50})}{2(\phi_{95}-\phi_5)} \quad (1.3)$$

Çizelge 1.2 Sedimanların çarpıklık sınıflaması [2,4,5]

Sk_1	Çarpıklık
$+1,00 < Sk_1 < +0,30$	Aşırı derecede ince çarpık
$+0,30 < Sk_1 < +0,10$	İnce çarpık
$+0,10 < Sk_1 < -0,10$	Simetriğe yakın
$-0,10 < Sk_1 < -0,30$	Kaba çarpık
$-0,30 < Sk_1 < -1,00$	Aşırı derece kaba çarpık

- c. **Tepelenme (Sivrilik, K_g):** Tortulların olağan tepelenme değerleri 0,85-1,4 arasındadır [9]. Folk tepelenme için Eşitlik 1.4 önermiştir [10]. Tepelenme sınıflaması olarak da Çizelge 1.3'de önerilen sınıflamayı önermiştir.

$$K_g = \frac{(\phi_{95}-\phi_5)}{2,44(\phi_{75}-\phi_{25})} \quad (2.4)$$

Çizelge 1.3 Sedimanların tepelenme sınıflaması [2, 9]

K_g	Tepelenme
$K_g < 0,67$	Çok platikurtik (aşırı düz eğri)
$0,67 < K_g < 0,90$	Platikurtik (düz eğri)
$0,90 < K_g < 1,11$	Mesokurtik (normal eğri)
$1,11 < K_g < 1,50$	Leptokurtik (bükey eğri)
$1,50 < K_g < 3,00$	Çok Leptokurtik (çok bükey eğri)
$K_g > 3,00$	Aşırı derece leptokurtik (aşırı bükey eğri)

Bu parametreler depolanma ortamları gibi sedimanter özelliklerin ortaya konulmasında da kullanılır [5]. Ortalama tane boyuna karşılık boylanma değerleri kullanılarak oluşturulan ortam tanımlamasına göre depolanma ortamlarının farklı enerji durumlarını içeren üç temel bölge tanımlanmıştır. Bunlar; flüviyal ve akıntı bölgesi, kısmen açık- yarı açık haliç bölgesi ve kapalı havza bölgeleridir [13].

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Eski akıntı yönü

Çalışma alanında çakıllara ait eski akıntı yönünün tespiti amacıyla, araştırma çukurlarından jeoloji pusulası kullanılarak ölçümler alınmış ve yüzeylenen çakılların eğim yönleri belirlenmiştir.

Alınan ölçümlerde eğim yönlerinin aksi yönü akarsu eski akıntı yönü olarak belirlenmiştir. Araştırma çukurlarından alınan ölçümler Çizelge 2.1’de yer almaktadır.

Çizelge 2.1 Sediman numuneleri üzerindeki eski akıntı ölçümleri

Ölçüm No	Ölçüm (°)	Ölçüm No	Ölçüm (°)
1	80	6	311
2	312	7	45
3	325	8	320
4	325	9	325
5	325	10	325

Sediman numuneler üzerinde alınan ölçümler değerlendirildiğinde, eski akıntı yönünün kuzeybatıdan güneydoğuya doğru olduğu belirlenmiştir.

2.2. Sedimanların dokusal özellikleri

2.2.1. Tane şekli

Sedimentolojik çalışmalar kapsamında araştırma çukurlarından alınan örselenmiş numuneler üzerinde sedimentolojik yapı ve doku çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda alınan numunelere ait uzun (a), kısa (b), ve kalın kenar (c) ölçüleri dijital kumpas kullanılarak tek tek ölçülmüştür. Sediman numunelerin tane şekli tanımlamaları için Zinnig Küresellik sınıflaması kullanılmıştır. Çizelge 2.2’de ölçüm sonuçları ve tanımlamaların bir kısmı yer almaktadır.

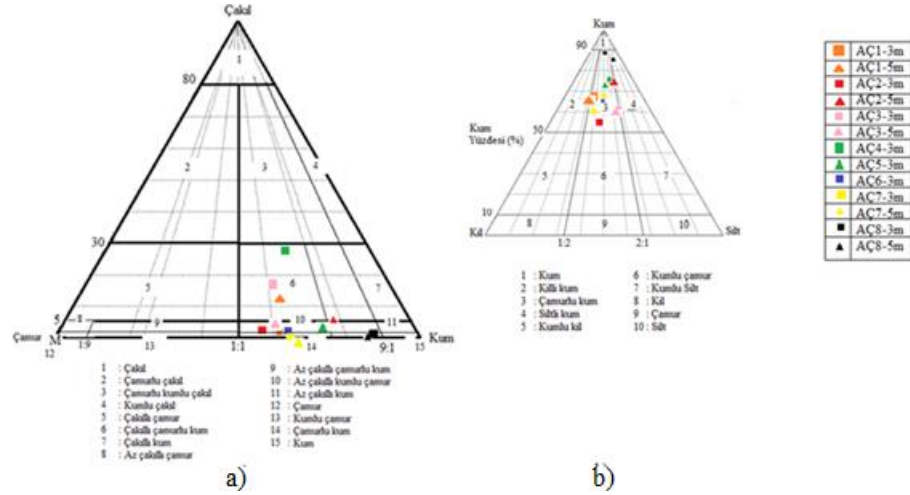
Çizelge 2.2 Sediman numunelerin Zinnig küresellik sınıflaması

b/a	c/b	Tanım	b/a	c/b	Tanım	b/a	c/b	Tanım
0,798	0,461	Disk	0,639	0,782	Çubuk	0,894	0,671	Küre
0,887	0,385	Disk	0,677	0,671	Küre	0,834	0,690	Küre
0,522	0,536	Pul	0,694	0,970	Küre	0,821	0,293	Disk
0,691	0,621	Disk	0,767	0,820	Küre	0,783	0,788	Küre
0,740	0,327	Disk	0,906	0,590	Disk	0,946	0,748	Küre
0,807	0,464	Disk	0,721	0,944	Küre	0,746	0,880	Küre
0,993	0,539	Disk	0,552	0,635	Pul	0,616	0,423	Pul
0,625	0,814	Çubuk	0,620	0,803	Çubuk	0,862	0,329	Disk
0,717	0,648	Disk	0,674	0,715	Küre	0,895	0,302	Disk
0,773	0,728	Küre	0,590	0,943	Çubuk	0,442	0,886	Çubuk

Sediman numunelerin Zinnig küresellik sınıflaması sonuçları incelendiğinde çalışma alanı sediman numunelerinin çoğunlukla küre şeklinde olduğu görülmüştür. Ortam enerjisi arttıkça veya süresi uzadığında ince taneler ortamdan uzaklaşır (yılanma), tane keskin sivri köşelerini kaybeder (yuvarlaklaşma), taneler yaklaşık eş boyut kazanır (boylanma) ve zamanla küreselleşir. Kaba taneler yüksek kinetik enerji nedeniyle hızlı, ince taneler düşük kinetik enerji nedeniyle yavaş aşınarak aynı boya indirgenir [9]. Çalışma alanına ait tanelerin büyük çoğunluğunun küresel şekilli çıkması, ortam enerjisinin yüksek olduğu veya uzun süre çalkantılı ortama maruz kaldığını ifade etmektedir.

2.2.2 Sedimanların tane boyu sınıflandırması

Çalışma alanı sediman numuneleri üzerinde Folk’e göre tane boyu sınıflaması yapılmış ve Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1 Sediman numunelere ait; a) Çakıl- kum- çamur, b) Kum- silt- kil tane boyu sınıflaması [2]

Çalışma alanı sediman numuneleri üzerinde yapılan Folk tane boyu sınıflamasına göre; sediman numuneler yoğun olarak kum boyu tanelerden oluşmaktadır. AÇ8 nolu kuyudan 3 ve 5m derinliklerden alınan numunelerin %80-90 oranında kum boyu malzeme içerdikleri, az miktarda da silt ve kil boyu malzemelerden oluştukları ve “az çakıllı kum” sınıflamasında oldukları görülmektedir. AÇ4 ve AÇ3 nolu kuyularda 3m’den alınan numuneler ve AÇ1 nolu kuyudan 5m’den alınan numuneler “Çakıllı çamurlu kum” sınıflamasındadır. Diğer kuyular ise “Az çakıllı kumlu çamur” sınıfında yer almaktadır.

2.2.3. Tane boyu istatistiksel parametreleri

Araştırma çukurlarından alınan örselenmiş numuneler üzerinde tane boyu dağılım analizi yapılmıştır. Tane boyu dağılım analiz sonuçları kullanılarak sedimanların tane boyu istatistiksel parametreleri hesaplanmıştır. Hesaplanan tane boyu istatistiksel parametreleri Çizelge 2.3’de verilmiştir.

Tane boyu istatistiksel parametrelerine göre; numunelerin grafik orta değerleri 1,1-4,0 arasında değişmektedir.

Numunelerin boylanma verilerine bakıldığında; kuzey ve batı yönlerinde çok kötü boylanma (ÇKB) ve kötü boylanma (KB) gözlenirken, doğu ve güney yönlerinde orta boylanma (OB) ve orta derecede iyi boylanma (ODİB) gözlenmektedir.

Numunelerin çarpıklık değerlerine bakıldığında; aşırı derecede kaba çarpık (ADKÇ) olduğu gözlenmektedir.

Boylanma durumunu gösteren bir parametre olarak tepelenme değerleri aynı boydaki tanelerin bir elekte biriktiği baskın tane aralığını göstermektedir [14]. Numunelerin tepelenme değerlerine bakıldığında; mezokurtik (normal eğri) olduğu gözlenmektedir. Sadece AÇ8 nolu araştırma çukurunda leptokurtik (bükey eğri) olduğu gözlenmektedir.

Tane boyu istatistiksel parametreleri kaynak bölge tanımlamaları için kullanılmıştır. Ortalama tane boyu-boylanma değerlerine göre depolanma ortamları (Şekil 2.2) şeklinde elde edilen değerler yerleştirildiğinde; flüviyal bölgede yer aldıkları görülmüştür [15,16].

SONUÇ

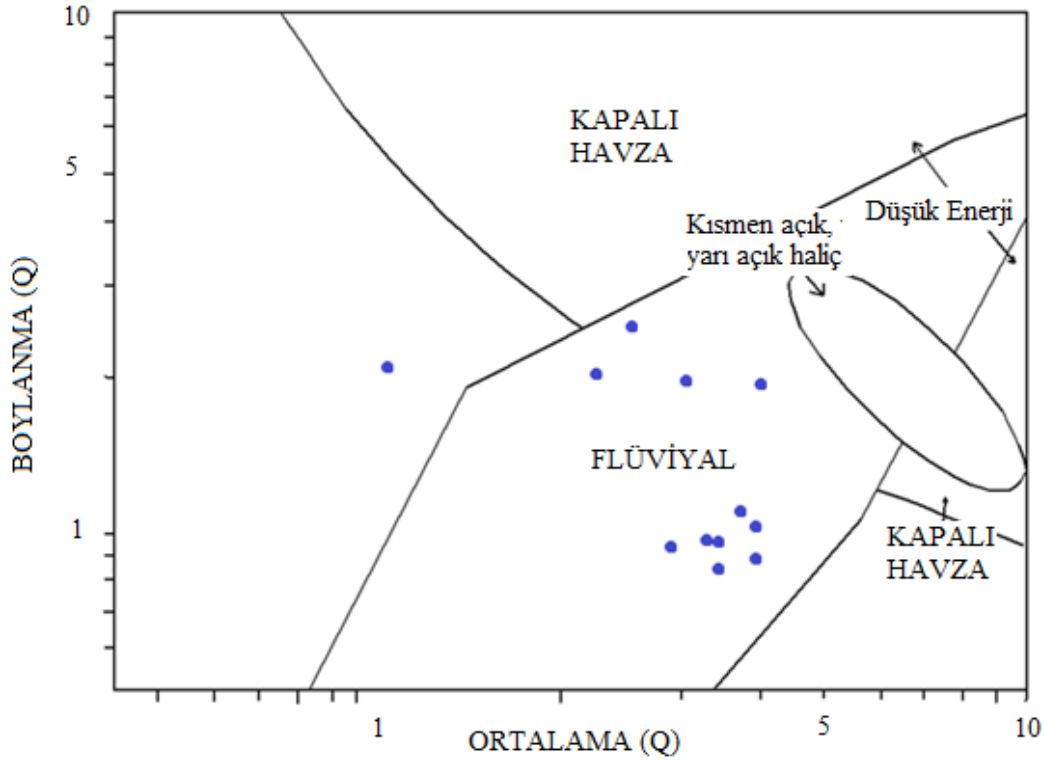
- Sediman numuneler üzerinde alınan ölçümler değerlendirildiğinde, eski akıntı yönünün kuzeybatıdan güneydoğuya doğru olduğu belirlenmiştir.
- Çalışma alanı sediman numuneleri üzerinde yapılan Zinng sınıflamasına göre sediman taneleri çoğunlukla küre şeklindedir.
- Folk tane boyu sınıflamasına göre; sediman numuneler yoğun olarak kum boyu tanelerden oluşmaktadır.
- Tane boyu istatistiksel parametrelerine göre; numunelerin grafik orta değerleri 1,1-4,0 arasında değişmektedir.
- Tane boyu istatistiksel parametrelerine göre; numunelerin boylanma verilerine bakıldığında; kuzey ve batı yönlerinde çok kötü boylanma (ÇKB) ve kötü boylanma (KB) gözlenirken, doğu

ve güney yönlerinde orta boylanma (OB) ve orta derecede iyi boylanma (ODİB) gözlenmektedir.

- Numunelerin çarpıklık değerlerine bakıldığında; aşırı derecede kaba çarpık (ADKÇ) olduğu gözlenmektedir.
- Numunelerin tepelenme değerlerine bakıldığında; mezokurtik (normal eğri) olduğu gözlenmektedir. Sadece 8 nolu araştırma çukurunda leptokurtik (bükey eğri) olduğu gözlenmektedir.
- Ortalama tane boyu-boylanma değerlerine göre numunelerin kaynak bölge olarak flüviyal bölgede yer aldıkları görülmüştür.

Çizelge 2.3 Sediman numunelerin tane boyu istatistiksel parametreleri (ÇKB: Çok Kötü Boylanma, KB: Kötü Boylanma, OB: Orta Boylanma, ODİB: Orta Derecede İyi Boylanma, ADKÇ: Aşırı Derecede Kaba Çarpık)

A.Ç. No	Medya n	Arit. Ort.	Boylanma		Çarpıklık		Tepelenme	
			σ_1	Tanım	SK1	Tanım	Kg	Tanım
AÇ1-3m	4,5	3,90	2,11	ÇKB	-0,50	ADKÇ	0,956	Mesokurti
AÇ1-5m	4,5	3,67	3,37	ÇKB	-0,47	ADKÇ	1,096	Mesokurti
AÇ2-3m	3,8	3,57	1,26	KB	-0,37	ADKÇ	1,147	Mesokurti
AÇ2-5m	2,9	2,37	2,03	ÇKB	-0,47	ADKÇ	1,11	Mesokurti
AÇ3-3m	3,4	2,67	2,39	ÇKB	-0,52	ADKÇ	1,12	Mesokurti
AÇ3-5m	3,4	3,13	1,78	KB	-0,30	ADKÇ	0,91	Mesokurti
AÇ4-3m	1,8	1,10	2,22	ÇKB	-0,54	ADKÇ	1,18	Mesokurti
AÇ5-3m	3	2,77	0,94	OB	-0,43	ADKÇ	1,27	Mesokurti
AÇ6-3m	4,2	4,00	1,11	KB	-0,37	ADKÇ	1,08	Mesokurti
AÇ7-3m	3,8	3,67	0,63	ODİB	-0,39	ADKÇ	1,13	Mesokurti
AÇ7-5m	3,6	3,40	0,90	OB	-0,40	ADKÇ	1,02	Mesokurti
AÇ8-3m	4,2	4,00	0,71	OB	-0,46	ADKÇ	1,23	Leptokurti
AÇ8-5m	3,7	3,50	0,85	OB	-0,45	ADKÇ	1,23	Leptokurti



Şekil 2.2 Çalışma alanı ortalama tane boyu- boylanma verilerine göre depolanma ortamı [6, 13 uyarlanmıştır]

KAYNAKÇA

- [1] B. M. Das, *Geotechnical Engineering Handbook*, Ft. Lauderdale, FL USA: J. Ross Publishing Inc., 2010, p.14.
- [2] R. L. Folk, *Petrology of Sedimentary rocks*, Hemphill Publishing Company, Austin, Texas, 1954.
- [3] G. Nicols, *Sedimentary and Stratigraphy*, Second Edition, United Kingdom, 2009.
- [4] S. J. Blott and K. Pye, *Gradistat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments*, **Earth Surface Processes and Landforms** 26 (2001) 1237-1248.
- [5] B. Liu, J. Qu, D. Ning, Y. Gao, R. Zu, Z. An, *Grain size study of aeolian sediments found east of Kumtagh Desert*, **Aeolian Research** 13 (2014) 1-6.
- [6] E. B. Watson, G. B. Pasternack, A. B. Gray, M. Gani, A. M. Woolfolk, *Particle size characterization of historic sediment deposition from a closed estuarine lagoon, Central California*, **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 126 (2013) 23-33.
- [7] R. F. Craig, *Soil Mechanics*, Spon Press, London, 1997, p.12.
- [8] A.W. Al-Khafaji, O. B. Andersland, *Geotechnical Engineering and Soil Testing*, Oxford University Press, Inc., New York 1992.
- [9] O. Kaya, *Sedimentoloji*, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No: 87, Ankara, 2011.
- [10] C.Luo, Z. Zheng, H. Zou, A. Pan, G. Fang, J. Bai, J. Li, *Paleoenvironmental significance of grain size distribution of river flood deposits: a study of archaeological sites of the Apengjiang River Drainage upper Yangtze region China*, **Journal of Archaeological Science**, 40 (2013) 827-840.
- [11] L.R. Martins, *Recent sediments and grain size analysis*, **Gravel**, ISSN 1678-5975 1(2003) 90-105.
- [12] H. Besler, *The great sand sea in Egypt: Formation, Dynamics and environment change- a sediment-analytical approach*, *Developments in Sedimentology* 59, Oxford, 2008.
- [13] C. P. Priju, A. C. Narayana, *Particle size characterization and late Holocene depositional processes in Vembanad Lagoon, Kerala: Inferences from suite statistics*, **Journal Geological society of India**, Vol. 69, 2007, pp 311-318.

- [14] H. Keskin Çıtıroğlu, A. Cesur, G. Bacak, İ. Onur, Akyaka Beldesi (**Gökova Körfezi, Muğla**) Sahil Sedimanlarının Bazı Jeolojik Özellikleri, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 4 (1), 5-26, 2014, DOI: <http://dx.doi.org/10.7212%2Fzkufbd.v4i1.127>.
- [15] A. Özdemir, *Zemin Mekaniği ve Zemin Mühendisliğine Giriş*, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2008.
- [16] O. Sivrikaya, E. Toğrol, *Arazi Deneyleri ve Geoteknik Tasarımda Kullanımları*, Birsan Yayınevi, İstanbul, 2009.

MİKRO ŞEBEKELERDE HİYERARŞİK KONTROL

Mehmet Fatih AKKAMIŞ

Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Erzincan, Türkiye

Mehmet Cihat ÖZGENEL

Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Erzincan, Türkiye

ÖZET

Gelişen teknoloji ile akıllı şebekeler elektrik enerji üretiminde her geçen gün daha da önem kazanmıştır. Bundan dolayı elektrik enerjisi üreticileri veya işletmecileri çeşitli kaynaklar kullanmak zorunda kalmışlardır. Bu kaynak çeşitliliği genellikle fosil kaynaklar olmaktadır. Ancak günümüzde daha çok yenilenebilir (temiz) enerji kaynakları kullanılmaktadır. Farklı güç büyüklüklerine sahip şebekeler vardır. Bu şebekeler artık ihtiyaçlara göre kullanıldığından akıllı şebekeler olarak da isimlendirilirler. Akıllı şebekelerin daha küçük ölçekte olan ve yenilenebilir enerji kaynaklı olan mikro şebekeler kullanılmaya başlanmıştır. Mikro şebekelerin sorunları ve çözüm yolları incelenmiştir. Başlıca sorunlar yük dengesizliği, frekans ve gerilim dengesizlikleri ön plana çıkmaktadır. Bu sorunlar için yapılan deneyler ile çözümler sunulmuştur. Mikro şebekelerde bu sorunları çözmek için merkezi kontrol yöntemi yerine adalı kontrol yöntemi kullanılmaktadır. Bu adalı kontrol yöntemleri mikro şebekelerin dağınık şekilde olmalarından dolayı tercih edilmektedir. Mikro şebekelerin ana şebeke bağlanması sırasında herhangi bir dengesizliğin olmaması için kontrol hiyerarşik olarak sağlanmaktadır. Mikro şebekelerde hiyerarşik kontrol seviyeleri olan birincil, ikincil ve üçüncül kontrol seviyeleri bulunmaktadır. Bu çalışmada bilgisayar ortamında gürbüz bir denetleyici tasarlanmış ve DIGSILENT PowerFactory yazılımı ile modellenmiştir. Modellenen yapı oluşturulan küçük enerjili bir mikro şebekeye uygulanmıştır. Denetleyicinin mikro şebekede devreye alınması ile sistemde oluşabilecek en kötü bozucu etkilere karşı sistem çıkışının kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalması sağlanmıştır. Simülasyon sonuçlarına göre tasarlanan denetleyici ada modunda çalışan mikro şebekenin gerilim ve frekans salınımlarını kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hiyerarşik kontrol, Mikro şebekeler, Enerji depolama, Ada mod çalışma

HIERARCHICAL CONTROL IN MICROGRIDS

ABSTRACT

With the developing technology, smart grids have become more and more important in the production of electricity. Therefore, electricity producers or operators had to use various sources. This variety of resources was generally fossil sources. Today, renewable energy sources are used. There are networks with different power sizes. These grids are now called smart grids because they are used according to needs. Microgrids, which are on a smaller scale and have renewable energy sources, have been introduced. Problems and solutions of micro grids have been investigated. The main problems are load imbalance, frequency and voltage imbalances. Experiments with these problems and solutions are presented. In order to solve these problems in micro grids, the island control method is used instead of central control method. These island control methods are preferred because the micro grids are scattered. The control is hierarchically provided so that there is no imbalance during the mains connection of the microgrids. Microgrids have primary, secondary and tertiary control levels with hierarchical control levels. In this study, a robust controller is designed and modeled with DIGSILENT PowerFactory software. The modeled structure is applied to a small-powered microgrid. With the activation of the controller in the microgrid, the system output is kept within acceptable limits despite the worst disturbing effects on the system. The controller, designed according to the simulation results, maintains the voltage and frequency oscillations of the microgrid operating in island mode within acceptable limits.

Key Words: Hierarchical control, Micro grids, Energy storage, Island mode operation.

1. GİRİŞ

İnsanların, teknolojik ve sosyal gelişim sonucunda gündelik yaşamında enerjiye olan bağımlılığının artması, yoğun sanayileşmenin ve aşırı enerji tüketiminin sebep olduğu olumsuz çevresel etkileri görülmeye başlanmıştır. Bu sıkıntıların üstesinden gelebilmek için akıllı enerji yönetimi sistemleri gündeme gelmiştir. Enerjinin üretim aşamasından itibaren elektrik şebekesinin, teknolojik imkânlar ile daha verimli, daha güvenli, daha çevre dostu ve daha yönetilebilir olması için akıllı şebeke kavramı ortaya çıkmıştır. Akıllı şebekelere olan ihtiyacın farkına varılmış böylece haberleşme, bilgi teknolojileri, kontrol sistemleri geleneksel enerji üretim biçimleri ile uyumlu olması gerekmektedir. Bu konuda çeşitli şebeke sistemleri geliştirilmiş ve kurulmuştur. Bunlarda biriside mikro şebeke sistemleridir. Mikro şebekelerde ana güç kaynakları tüketicilere yakın yerlerde dağıtım hatlarına bağlı olarak çalışan bir tür akıllı şebekelerdir. Mikro şebekeler, alçak gerilim (AG) ve orta gerilim (OG) seviyelerindeki dağıtım şebekelerine yerleştirilirler.

Mikro şebekeler ve hiyerarşik kontrol yöntemleri kullanım amaçlarına yönelik olarak günümüzde literatürde yapılan çeşitli çalışmalar mevcut olup aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

Chandorkar vd. (1993) çalışmalarında, ana şebekelerin besleme hatları arasındaki inverterlerin kontrolü için bir kontrol yöntemi önermişlerdir. Kontrol metodlarının oldukça modüler bir yapıya sahip oldukları belirtilmiştir. Çalışmada sunulan simülasyon sonuçları, kurgulanan sistemde keyfi olarak değişen yüklerin varlığında güç paylaşımı hedeflerine etkili bir şekilde ulaşıldığını göstermektedir.

Blaabjerg vd. (2006) çalışmalarında, şebeke kontrol stratejilerini ele alırken rüzgâr türbinleri ve foto voltaik gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanan yapıların işleyişlerini ve bu kaynakları kullanan dağıtılmış enerji üretim sistemlerinin kontrollerini ele almışlardır. Farklı kontrolörler ve faydalı ağda sunulan düşük mertebe harmonikleri telafi etme becerileri hakkında teorik olarak bilgi vermişlerdir.

Vanthournout vd. (2007) genel olarak mikro şebekelerde kontrol konusunu ele almışlardır. Yaptıkları çalışmalarında özellikle gerilim ve frekans kontrolü ile kontrol seviyelerinin teorik olarak incelenmesinden sonra internet üzerinden iletişim halinde olan dört adet invertörün kurulumu kullanılarak gerçekçi ve kapsamlı uygulamasını laboratuvar ortamında deneysel olarak test etmişlerdir. Sonuç olarak, uygulamada sunulan kavramların şebekeye göre geliştirilmesi ve yenilenebilir jeneratörlerin gerçek sisteme dâhil edilmesi sonucunda düşük maliyetle daha etkili bir şebeke kontrolü sonuçlanabileceği belirtilmiştir.

Bidram ve Davoudi (2012) yaptıkları çalışmalarda, hiyerarşik kontrol seviyeleri olan birincil, ikincil ve üçüncül kontrol seviyelerini incelemişlerdir. Çalışmalarında mikro şebekelerin kontrol yapısının başlıca görevlerini aşağıdaki gibi sıralamışlardır. Yapılan bu çalışmanın sonucunda keza mikro şebekelerin kontrol performanslarını artırmak amacıyla kullanılan mevcut hiyerarşik kontrol metodlarını incelemişlerdir.

Rocabert vd. (2012) mikro şebekelerde güç dönüştürücülerin kontrolü konusunu çalışmalarında incelemişlerdir. Bu çalışmada yapılan analizlerde birincil, ikincil ve üçüncül kontrol seviyelerine dayalı olarak, işletme maliyetini en aza indirmek, destek hizmetlerini koordine etmek, aynı zamanda mikro şebekelerin güvenilirliğini ve kontrol edilebilirliğini en üst seviyeye çıkarmak için ayrılmış mikro şebekelerin hiyerarşik kontrol şeması oluşturulmuştur.

Akçin vd. (2013) çalışmalarında, akıllı şebekelerin dağıtık yapılarda kontrol ve geniş alanlarda yerleşen şebekelerin yönetimini sağlayabilmek için haberleşme, kontrol uygulamaları ve teknolojilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında karmaşık yapılar üzerinden akıllı şebekelerin yakın geleceğine dair yapılan çalışmalar sayesinde konu ile ilgilenen akademik, endüstriyel ve kamusal taraflara yol gösterici olması ayrıca hedef olarak belirlenmiştir.

Mojica-Nava vd.(2014) akıllı şebeke sistemlerinin şebekelerde kullanılırken hiyerarşik kontrol yöntemleri ile ilgili yeni bir algoritma geliştirmişlerdir. Çalışmada dağıtılan jeneratörler için talep edilen toplam yükü verimli bir şekilde paylaşırken, mikro şebeke yardımcı programları dinamik olarak en üst düzeye çıkartılarak sistem güvenilirliğini daha da artırdığını vurgulanmıştır. Önerilen bu yaklaşımın dinamik performansının geleneksel bir hiyerarşik algoritma ile karşılaştırıldığında etkinliğini göstermek için bazı simülasyon sonuçları da sunulmuştur.

Meng vd. (2017), DC mikro şebekelere uygulanan kontrol şemaları ve mimarileri üzerine kapsamlı bir çalışma yapmışlardır. Çok katmanlı hiyerarşik kontrol şemalarını, koordineli kontrol stratejilerini, tak ve çalıştır işlemlerini, kararlılığı ve aktif sönümlleme özelliklerini ayrıca doğrusal olmayan kontrol

algoritmalarını kapsamaktadır. Genel bir hiyerarşik program çerçevesinde kontrol sistemi yapısı, merkezi, dağıtılmış ve merkezi olmayan yapılar tartışılmıştır.

Hans vd. (2019) çalışmalarında, genel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının beslenmesini artırmak amacıyla birbirine bağlı mikro şebekeleri çalıştırmak için hiyerarşik bir dağıtık model tahmine dayalı kontrol stratejisi önermişlerdir. Özellikle, enerji değişimini sağlayan bir iletim ağı kullanarak mikro şebekelerin yenilenebilir beslemesinin nasıl artırılabilirliği tartışılmıştır. Özellikle, her bir mikro şebekenin yapısının ve yerel maliyet fonksiyonunun diğer mikro şebekelere veya merkezi kontrole bağlanması gerekeceği kullanılan algoritmanın, yerel mikro şebekelerin çalışmasındaki esnekliği korurken RES(yenilenebilir enerji kaynakları)'den genel beslemeyi artırma potansiyeline sahip olduğu gösterilmiştir.

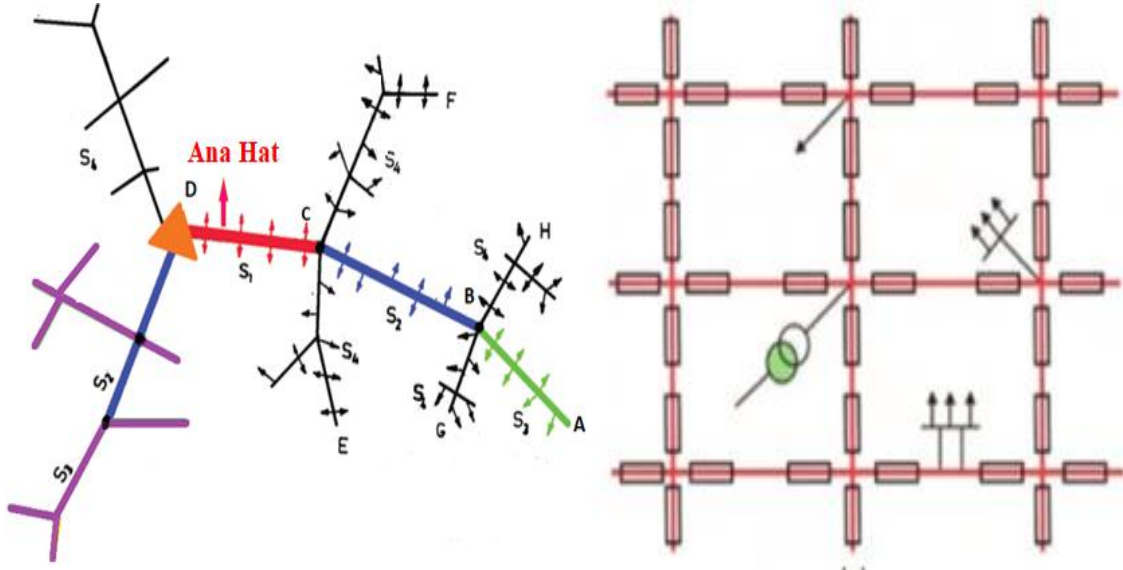
Yukarıda verilen literatüre dayalı olarak bu çalışmada mikro şebekelerde kullanılan hiyerarşik kontrol seviyeleri ve yöntemleri ayrı ayrı ele alınmıştır. Yeni bir denetleyici tasarlanmış ve DIgSILENT PowerFactory yazılımı ile modellenen mikro şebekeye uygulanmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

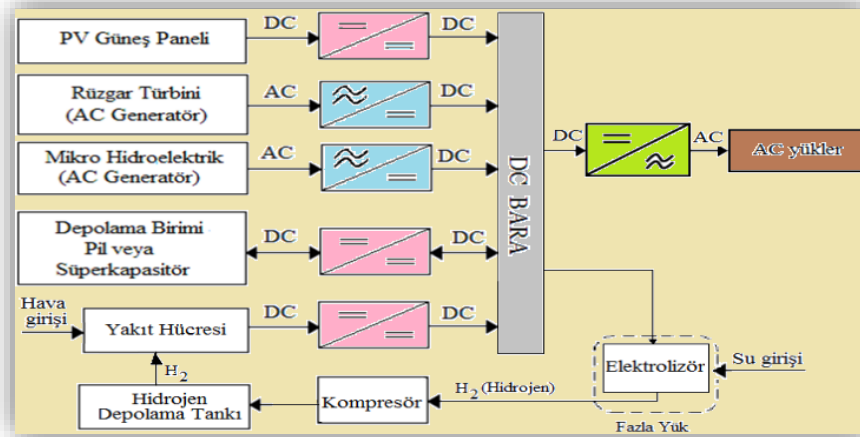
Mikro şebekelerle yapılan kontrol çalışmaları ve mikro şebeke mimarilerine uygulanan hiyerarşik kontrol yöntemi teorik olarak ele alınmıştır. Bu kontrol yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Denetleyici tasarımı ve DIgSILENT PowerFactory yazılımı ile modellenen mikro şebekeler ele alınmıştır.

Şebekeler gerilimleri açısından alçak gerilim şebekeleri (1-1000 volt arası), orta gerilim şebekeleri (1kV-35 kV arası), yüksek gerilim şebekeleri (35 kV-154 kV arası), çok yüksek gerilim şebekeleri (154 kV'dan fazla) olarak sınıflandırılmaktadır.

Şekillerine görede; dallı (radyal) şebekeler, ağ şebekeler, halka (ring) şebekeler, enterkonnekte şebekeler olarak sınıflandırılmaktadır.

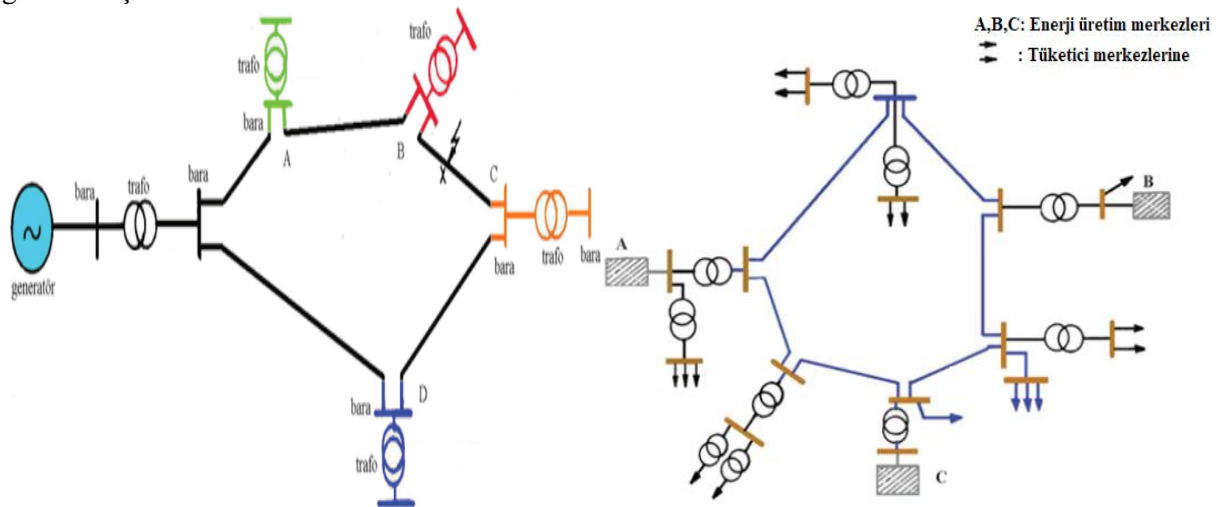


Şekil 2.1 Dallı ve Ağ Şebeke Şekilleri



Şekil 2.2 Halka ve Enterkonnekte Şebeke Şekilleri

Mikro şebekelerde kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları kendi iç işleyişlerinde elde edilen enerjinin tamamını kullanmayı hedeflemektedir. Mikro şebekelerde gerekli çeviriciler kullanılarak kaynaklar DC olarak elde edilmekte ve DC baralara bağlanmaktadır. DC baradan da tekrar bir çevirici ile şebekenin ihtiyacı AC olarak elde edilmektedir. DC baralarda fazla olan enerji elektrolizör ile suyu hidrojene dönüştürerek kompresörler vasıtasıyla hidrojen depolama tanklarına iletmektedir. Son olarak yakıt hücrelerinde tekrardan enerji üretimi olacağı sırada depolanan hidrojen burada kullanılır. Böylece elde edilen enerjinin tamamı kullanılmaya çalışılmaktadır. Mikro şebeke bileşenleri Şekil 2.3’de gösterilmiştir.



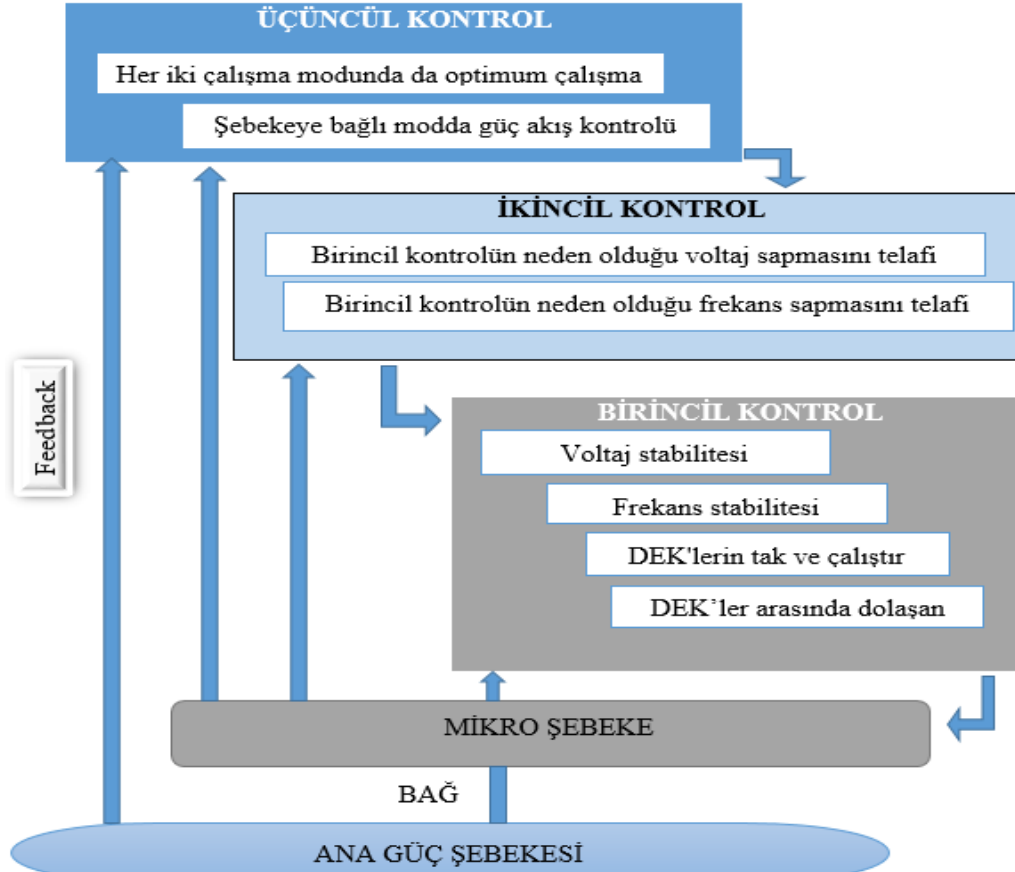
Şekil 2.3 Mikro şebekelerin bileşenleri

Mikro şebekeleri büyük enerji nakil hatlarının ihtiyaçlarını istenildiği zaman karşılamak için kullanılmaktadır. Genel olarak temiz enerji olarak isimlendirilen yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaktadır. Bu kaynakların enerji kapasiteleri bakımından küçük olduklarından mikro şebeke olarak isimlendirilmektedirler. Mikro şebekelerin yapıları genellikle dağınık halde olmaktadır. Bu şebekelerin kontrolleri de çok önemlidir. Bu yapılar artık ada modu şeklinde kontrol edilmektedir. Bu amaçla mikro şebekelerin ana şebekeye bağlanması sırasında herhangi bir frekans ve gerilim dalgalanmasının olmaması için iyi bir kontrolcü tasarlanmalıdır. Bu kontrolcüler süper iletken tabanlı anahtarlamalı elemanlarla gerçekleştirilir.

Bu kontrol işleminin de belli bir stratejisi bulunmaktadır. Bu kontrol stratejilerinden en önemlisi ve güncel olarak kullanılan yöntem hiyerarşik kontroldür. Hiyerarşik kontrolde kendi içerisinde üç aşamada gerçekleştirilmektedir. Birincil, ikincil ve üçüncül kontrol seviyeleri içermektedir. Hiyerarşik kontrol sistemi katmanlarının ayırt edici özellikleri olarak şunlar söylenebilir. Ağaç yapısının her bir katmanın hemen altındaki katmana göre daha uzun süren planlama ve çalışma zamanı aralığı ile çalışmaktadır. Alt katmanlar genellikle yerel görevlere, hedeflere ve bozucu etkilere yönelik

çalışmaktadır. Ayrıca alt katman, üst katmanlar tarafından planlanmakta ve koordine edilmektedir. Üst katmanlar, esnek zaman sınırlamalarına sahip olduğu için, soyut dünya modelinden çıkarım yapabilmekte ve planlamayı yürütebilmektedir. Hiyerarşik görev ağı, hiyerarşik kontrol sistemlerinde planlama yapmak için uygun görülmektedir.

Bu kontrol katmanlarından birincil kontrolde mikro şebeke içerisinde güç sistemlerinin güvenilirliğinin artırılması için bağımsız bir yerel kontrol işlemi yapmaktadır. İkincil kontrol sistem içerisindeki dağıtılmış şebekelerden gelen bilgileri toplamak, sistemin işleyişini izlemek, denetlemek ve oluşabilecek arızayı düzeltme işlemlerini yapmaktadır. Üçüncül kontrolde ana şebeke ile mikro şebeke arasında bilgi paylaşımını kontrol etmek ve iki şebeke arasında bir ara yüz oluşturma görevi yapmaktadır.



Şekil 2.4 Hiyerarşik kontrol katmanları

Şebekelerde aktif (P) ve reaktif (Q) güçler devamlı olarak kontrol edilmektedir. Tasarlanan kontrolcülerin dönüştürücülerin çıkış empedansları ve hat empedanslarını kullanılarak mikro şebeke ile ana şebeke bağlantısı kontrol edilmektedir. Aktif ve reaktif güçler Eşitlik 2.1 ve 2.2'de ifade edilmektedir.

$$P = \frac{V_{com}E}{Z} \cos(\theta - \delta) - \frac{V_{com}^2}{Z} \cos(\theta) \quad (2.1)$$

$$Q = \frac{V_{com}E}{Z} \sin(\theta - \delta) - \frac{V_{com}^2}{Z} \sin(\theta) \quad (2.2)$$

3. ARAŞTIRMA ve BULGULARI

Bu çalışmada ada modunda çalışan enerji depolama sistemli (EDS) bir mikro şebekenin çalışma performansının iyileştirmesi amaçlanmıştır. Ada modunda çalışan bu mikro şebekte ana jeneratörün devreden çıkması, ani yük artışı gibi bozucu bir etkinin oluşması durumunda mikro şebekenin frekans ve geriliminde salınımlara sebep olacaktır. Bu tür arızalar en kötü durumda mikro şebekenin gerilim ve frekansında çökmelere ve dolaylı olarak ta mikro şebekenin kendini kapatmasına sebebiyet verebilir. Bu tür problemlerin üstesinden gelebilmek ve problemlerin olduğu süre içerisinde gerilim ve

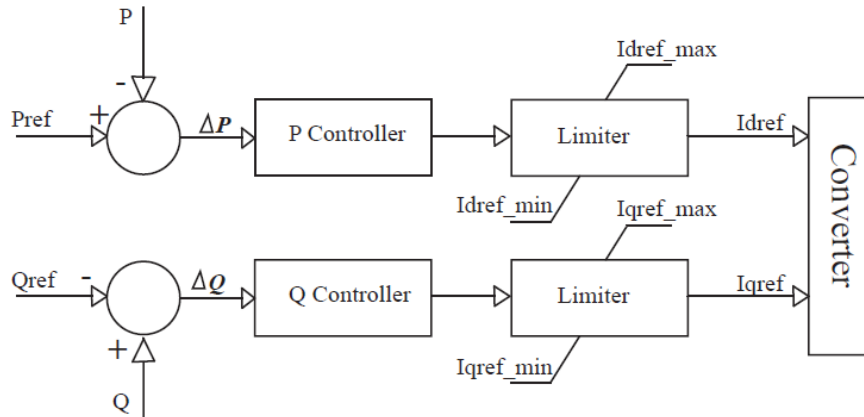
frekans salınımlarını azaltmak için aktif ve reaktif güç kontrolü için EDS uygulaması göz önüne alınmıştır. DiGSILENT PowerFactory yazılımı ile EDS bir mikro şebeke tasarlanmıştır. Önerilen denetleyiciden alınan simülasyon sonuçlarına göre mikro şebekenin dinamik kararlılığı artırılmış ve frekans ve gerilimin kabul edilebilir aralıklarda kalması sağlanmıştır.

Tasarlanan mikro şebekede ayrıık jeneratörler, EDS, kontrol üniteleri ve yüklerden oluşmaktadır. Önerilen mikro şebekenin detayları Şekil 3.1 ve Tablo 3.1’ de verilmiştir.

Tablo 4.1. Mikro şebeke bileşenleri.

Bileşen	Değer
Dizel jeneratör	$(2.4 + j2.4)$ MVA
Hidro jeneratör	6 MVA
PV sistem	0.4 MVA
EDS	5.5 MVA
Yük 1	$(0.9 + j0.4359)$ MVA
Yük 2	$(0.8 + j0.3923)$ MVA
Yük 3	$(0.8 + j0.3923)$ MVA
Yük 4	$(1.17 + j0.4359)$ MVA
Yük 5	$(0.9 + j0.4359)$ MVA

Denetleyici çıkışı konvertöre iletilmekte ve son olarak a frekans ve gerilim salınımlarını en aza indirmek için mikro şebekeye geri gönderilmektedir. P denetleyici ile frekans, Q denetleyici ile gerilim değerlerinin kararlı hal değerlerine yakın yerlerde kalmasının sağlanması amaçlanmaktadır.



Şekil 3.1 P ve Q denetleyicilerin genel yapısı

Mikro şebekenin ve denetleyicilerin tasarım detayları şöyle sıralanabilir:

- ✓ DiGSILENT PowerFactory yazılımı kullanarak mikro şebeke modelinin formülasyonu
- ✓ MATLAB ortamında sistem tanımlama tekniği kullanılarak P ve Q denetleyici çevrimleri için EDS denetlenmesine yönelik denetleyici tasarımı için çalışılan mikro şebekenin bir durum uzay tabanlı matematiksel modelinin oluşturulması
- ✓ EDS için gürbüz bir denetleyici tasarımının yapılması

Bu aşamada denetleyici içerisinde hem ileri (ω_{ileri}) ve hem de geri (ω_{geri}) kompanzatör bileşenleri iliştilirilmiş olup sistemin tam transfer fonksiyonu Eşitlik 3.1’ de verildiği gibi elde edilmiştir.

$$G_q = \omega_{geri} G_{0q} \omega_{ileri} \quad (3.1)$$

EDS için tasarlanacak olan reaktif güç denetleyicisi kararlılık ve gürbüzlük şartları altında tasarlanmış ve K_q ile gösterilmiştir. Son adımda yapılan işlemler aktif güç denetleyicisi P için de

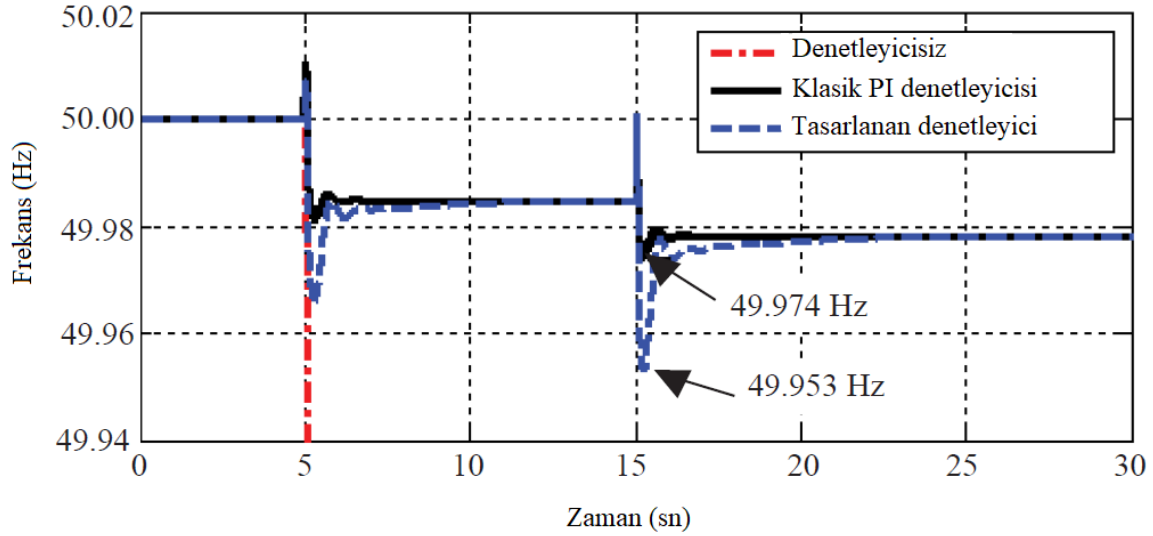
gerçekleştirilmesi EDS için tasarlanacak olan aktif güç denetleyicisi kararlılık ve gürbüzlük şartları altında tasarlanmış ve K_p ile gösterilmiştir.

Yukarıdaki adımlar ile ifade edilen denetleyicilerin tasarım sonrasında elde edilen s-domaini ifadeleri Eşitlik 3.2 ve 3.3 de verildiği gibidir.

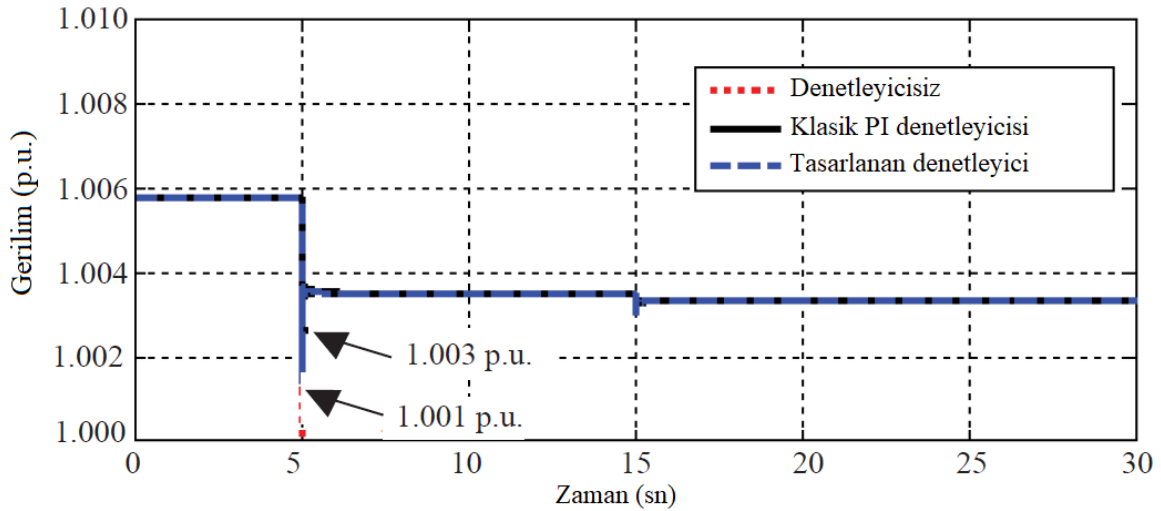
$$K_{p-ESS}(s) = \left[\frac{10.978s+3}{10s+3.33} \right] \left[\frac{5.048s+7}{0.1s+1} \right] \quad (3.2)$$

$$K_{q-ESS}(s) = \left[\frac{9.078s+1}{10s+3.33} \right] \left[\frac{3}{2.01s+1} \right] \quad (3.3)$$

Tasarlanan denetleyicinin performans analizini yapabilmek için mikro şebeke ada modda çalıştırılmıştır. Simülasyon 30 sn için denemiştir. Şebeke bağlantılı çalışan mikro şebeke 5. sn' de şebekeden ayrılmıştır. 15. sn' ye kadar bu durumda çalıştırılan sistemde bu andan itibaren hidro jeneratör devreden çıkarılmıştır. Tasarlanan denetleyicileri ile denetlenen mikro şebekenin frekans ve gerilim değişim eğrileri Şekil 3.3 ve 3.4' de verilmiştir. Göz önüne alınan bu bozucu etkilere karşı denetleyiciler frekans en kötü durumda 49.974 Hz değerinde gerilimi ise 1.003 p.u. değerinde tutabilmeyi başarmıştır.



Şekil 3.3. Tasarlanan denetleyicinin sistem frekansını denetlemeye etkisi.



Şekil 3.4. Tasarlanan denetleyicinin sistem gerilimini denetlemeye etkisi.

4.SONUÇ

Bu çalışmada elektrik şebekeleri detaylı olarak incelenmiş ve şebeke çeşitleri ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Gelişen teknoloji ile elektrik enerji üretiminde her geçen gün gittikçe daha da önem kazanan akıllı şebekelerin bir alt kolu olan mikro şebekeler ayrıca detaylı olarak incelenmiştir. Mikro şebekelerde var olan mevcut problemler ve çözüm yöntemleri literatür taraması ile araştırılmıştır. Önerilen çözüm yöntemleri içerisinde hiyerarşik denetimin oldukça etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Bu sebeple bu çalışma içerisinde bir mikro şebekenin hiyerarşik denetimine yönelik birincil ve ikincil kontrolü için bir gürbüz denetleyici tasarlanmış ve simüle edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tasarlanan denetleyicinin etkinliğini göstermiştir.

Denetleyicinin mikro şebekede devreye alınması ile sistemde oluşabilecek en kötü bozucu etkilere karşın sistem çıkışının kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalması sağlanmıştır.

5. KAYNAKLAR

1. Chandorkar M C., Divan D M., Adapa R. (1993) “Control of Parallel Connected Inverters in Standalone ac Supply Systems”, **IEEE Transactions on Industry Applications**, vol. 29, no.1.
2. Rocabert J., Luna A., Blaabjerg F., Rodriguez P. (2012) “Control of Power Converters in AC Microgrids”, **IEEE Transactions on Power Electronics**, vol. 27, no. 11.
3. De Brabandere K., Vanthournout K., Driesen J., Deconinck G., Belmans R. (2007) “Control of Microgrids”, **IEEE Power Engineering Society General Meeting**, pp.1-7
4. Bidram A., Davoudi A. (2012) “Hierarchical Structure of Microgrids Control System”, **IEEE Transactions On Smart Grid**, VOL. 3, NO. 4, DECEMBER.
5. Rocabert J., Luna A., Blaabjerg F., Rodriguez P. (2012) “Control of Power Converters in AC Microgrids”, **IEEE Transactions on Power Electronics**, vol. 27, no. 11.
6. Akçin M., Alagöz B.B., Keleş C., Karabiber A., Kaygusuz A. (2013) “Dağıtık Kontrol İle Akıllı Şebekelerde Geniş-Alan Yönetimi Ve Geleceğe Dönük Projeksiyonlar”, **SAÜ. Fen Bil. Der.** 17. Cilt, 3. Sayı, s. 457-470.
7. Mojica-Nava E., Macana C A., Quijano N.(2014) “Dynamic Population Games for Optimal Dispatch on Hierarchical Microgrid Control”, **IEEE Transactions On Systems, Man, and Cybernetics: Systems**, vol. 44, no. 3.
8. Tang F., Guerrero J.M., Vasquez J.C., Wu D., Meng L. (2015) “Distributed Active Synchronization Strategy for Microgrid Seamless Reconnection to the Grid Under Unbalance and Harmonic Distortion” **IEEE Transactions on Smart Grid**, vol. 6, no. 6, pp. 2757-2769.
9. Hans C. A., Braun P., Raisch J., Grüne L., Reincke C.C. (2019) ‘Hierarchical Distributed Model Predictive Control of Interconnected Microgrids’, **IEEE Transactions on Sustainable Energy**, vol. 10, no. 1, pp. 407-416.

KALÇA PROTEZ AŞINMA SİMÜLATÖRÜNÜN TASARIMI VE ÜRETİMİ

Derya KARAMAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Trabzon, TÜRKİYE

Erkan BAHÇE

İnönü Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Malatya, TÜRKİYE

ÖZET

Kalça simülatörleri, kalça protezlerinin hastalarda kullanımının belirlenmesi için yapılması gereken klinik öncesi incelemelerin gerçekleştirilmesindeki testlerde ve yeni tasarımların geliştirmesinde kullanılan önemli araçlardır. Halen kullanılmakta olan pek çok kalça simülatörü, kalça eklemindeki fizyolojik yükleme benzetimi yaparak testler gerçekleştirilmekte olup vücut ortamının simüle edilmesi sınırlı kalmaktadır. Bu çalışma, bir kişinin yürüyüşü esnasında hareket açıları ve yardımcı kuvvetler olarak görev alan kas ve tendonların da benzetimini yapan kalça simülatörünün tasarımını, üretimini ve kalibrasyonunu detaylandırmaktadır. Kalça ekleminde hareket esnasında görev alan kasların temsili olarak 172 kas birim yük değerleri belirlendi ve bunların temsili için yay sistemleri kullanıldı. ISO 14241 standarda göre üretilen kalça simülatörü yükleme olarak maksimum yük 3000 N ve minimum yük 300 N, açısal yer değiştirme olarak fleksiyon / ekstansiyon, abdüksiyon / addüksiyon ve iç / dış rotasyon hareketleri sağlayacak şekilde tasarlandı. Bu hareketlerin açısal değerleri ise 2 ° iç rotasyon, 10° dış rotasyon, 25° fleksiyon, 18° ekstansiyon, 4° abdüksiyon ve 7° addüksiyondur. Bununla birlikte in vitro test koşulları sağlamak amacıyla 37°C sabit sıcaklığa sahip sinoviyal sıvı haznesi kullanıldı. Kalça simülatöründe ilk test 28 mm çaptaki CoCrMo malzemeli femoral baş ve UYMAPE (ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen) malzemeli asetabular liner numuneleri ile gerçekleştirildi. Testler sonucundaki değerler literatüre dayalı olarak incelendi ve cihazın kullanılabilirliği belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Kalça simülatörü, Aşınma, ISO 14242, Kalça protezi

DESIGN AND MANUFACTURE OF HIP PROSTHESIS WEAR SIMULATOR

ABSTRACT

Hip simulators are important tools used in the development of pre-clinical investigations and new designs for determining the use of hip prostheses in patients. Numerous hip simulators, which are currently being used, are simulated by physiological loading in the hip joint and simulations of the body environment are limited. This study details the design, production and calibration of the hip simulator, which simulates muscles and tendons that act as auxiliary forces as well as movement angles during a person's walk. 172 muscle unit load values were determined as representative of the muscles involved in movement of the hip joint and spring systems were used for their representation. The hip simulator, which is produced according to the ISO 14241 standard, is designed to provide maximum load of 3000 N and minimum load 300 N as load, flexion / extension, abduction / adduction and internal / external rotation movements as angular displacement. The angular values of these movements are 2 ° internal rotation, 10 ° external rotation, 25 ° flexion, 18 ° extension, 4 ° abduction and 7 ° adduction. However, in order to provide in vitro test conditions, the synovial fluid reservoir with a constant temperature of 37 ° C was used. The first test in the hip simulator was performed with 28 mm diameter femoral head with CoCrMo material and acetabular liner samples with UHMWPE (ultra high molecular weight polyethylene) material. The results of the tests were examined based on the literature and the usability of the device was determined.

Keywords: Hip Simulator, Wear, ISO 14242, Hip prosthesis

1. GİRİŞ

Kalça protezlerindeki üstün başarıya karşın protez kullanım ömürleri 10-15 yılları arasında değişmektedir. Özellikle artan ortalama yaşam süresine bağlı olarak daha fazla kullanım ömürlü protezlere ihtiyaç duyulmaktadır. Kalça protezlerinde kullanım ömürleri aşınma hızına, malzeme çiftine, vücut ile uyumundaki sürece ve tepkiler şeklindeki parametrelere bağlıdır. Olumsuzlukların önlenmesi için protezlerde biyomalzeme araştırması ve tasarım gibi çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların doğruluğu için hayvan denekleri, kalça protez simülatörleri veya bilgisayar yazılımları

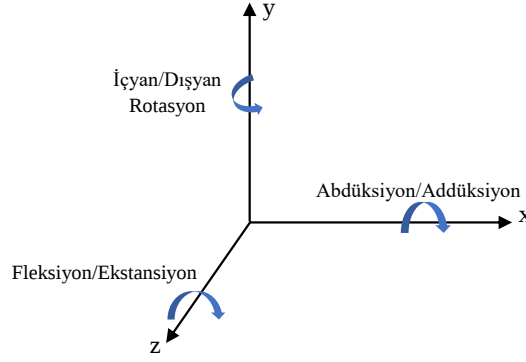
kullanılmaktadır. Deneklerde etik problemler ve uzun zamanda testlerin gerçekleşmesinden dolayı alternatif yol olarak doğruya en yakın sonuçları veren kalça protez simülatörleri kullanılmaktadır. Uluslararası standartlarına uygun bir simülatör, insan yürüyüşünde gözlemlendiği gibi, yükleme koşullarını, açısız yer değıştirmeleri (abdüksiyon / addüksiyon, iç / dış rotasyon ve fleksiyon / ekstansiyon) ve sinoviyal sıvı kullanılarak vücut ortamını simüle eder. Bu şekilde, kalça protezlerinin in vitro aşınma oranlarının tahmini, klinik olarak daha uygun bir şekilde elde edilir (Affatato ve ark., 2006).

Literatürlerde kalça protez simülatörü ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve hala konu üzerine çalışmalar yoğun olarak devam etmektedir. Bu çalışmalar incelendiğinde; Dowson ve Jobbins insan yürüyüşü esnasında oluşan hareketleri temel olarak sabit yük altında üç istasyonlu kalça simülatörü tasarlamış ve üretmişlerdir (Dowson ve Jobbins, 1988). Mejia ve Brierley tipik bir yürüyüş döngüsü sırasında kalça eklemi tarafından görülen hareketleri ve yükleri pratik olarak taklit eden çok istasyonlu (8 istasyonlu) kalça simülatörü tasarlanmış ve test etmişlerdir (Mejia ve Brierley, 1994). Saikko kalça protez aşınma simülatöründe sürekli yürüyüş seviyesini simüle ederek tasarımı gerçekleştirmiştir. Yürüyüş esnasında kalça ekleminde oluşan yük ve hareketler için üç eksenli tek istasyonlu kalça simülatöründe aşınma testlerini başarılı bir şekilde yapmıştır (Saikko, 1996). Bragdon ve ark. kalça ekleminin anatomik konumu dikkate alarak kalça simülatörü tasarlamışlardır. Kalça simülatörüyle polietilen aşınmalarını inceleyen araştırmacılar aşınma oranları ve yüzey morfolojisi verilerini elde etmişlerdir (Bragdon ve ark., 1996). Green ve ark. kalça simülatörünü insan yürüyüşünde bulunan fizyolojik kuvvetleri ve hareketleri daha yakından taklit etmek için üç dik kuvvet ve X, Y ve Z eksenleri etrafında dönmeler sağlayacak şekilde tasarlamışlardır (Green ve ark., 1999). Goldsmith ve Dowson kalça ekleminin maruz kaldığı fizyolojik hareket yönlerini ve yüklemelerin sağlayabilecek bir kalça aşınma simülatörü üretmişlerdir (Goldsmith ve Dowson, 1999). Saikko ilerleyen zamanlarda kalça protezlerinde kullanılan polietilenin aşınmasını incelemek amacıyla çok istasyonlu kalça simülatör çalışması yapmıştır. Diğer simülatör çalışmalarından farklı olan bu çalışma da kalça hareketi esas alınarak şekillendirilmemiş plaka halindeki polietilenin aşınma değerleri tespit edilmiştir (Saikko, 2005). Günümüze kadar devam eden çalışmalarda kalça protez simülatörlerinde farklı kalça protez boyutlarında, farklı hareket açı değerleri gibi değışkenlere bağlı olarak aşınmaların tespiti dikkat çekmektedir. Örneğin Galvin ve ark. yaptıkları çalışma ile seramik ve kobalt krom malzemeli büyük çaplı (36 mm) femur başlarının aşınma değerlerini, kalça protez simülatöründeki sıfır döngüden bir milyon döngüye kadar olan değışimleri ifade etmişlerdir (Galvin ve ark., 2010). Trommer ve ark. CoCr ve ultra yüksek moleköl ağırlıklı polietilen malzemeli kalça protezlerinin değerdendirmesini yapmak için simülatör cihazında dana serumu ile testler gerçekleştirmişlerdir (Trommer ve ark., 2015). Zeman ve ark. kalça protezlerinin konum açılarının değışiminin aşınma üzerindeki etkilerini incelemek için asetabular yuvayı 30, 45 ve 60 derecelerinde yerleştirerek kalça protez simülatöründe testler gerçekleştirmişlerdir (Zeman ve ark., 2018). Bu çalışmaların yanı sıra ticari olarak üretilen kalça simülatörleri bulunmaktadır: AMTI, HUT-4, ProSim Limited, MATCO, Shore Western (Galanis and Manolagos, 2011).

Bu çalışmada yukarıdaki çalışmalardan farklı olarak kalça eklemini çevreleyen kas ve bağ etkisinin göz önünde bulundurulduğu ISO 14242 standarda göre kalça protez aşınma simülatörünün tasarımının yapılması ve üretimin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

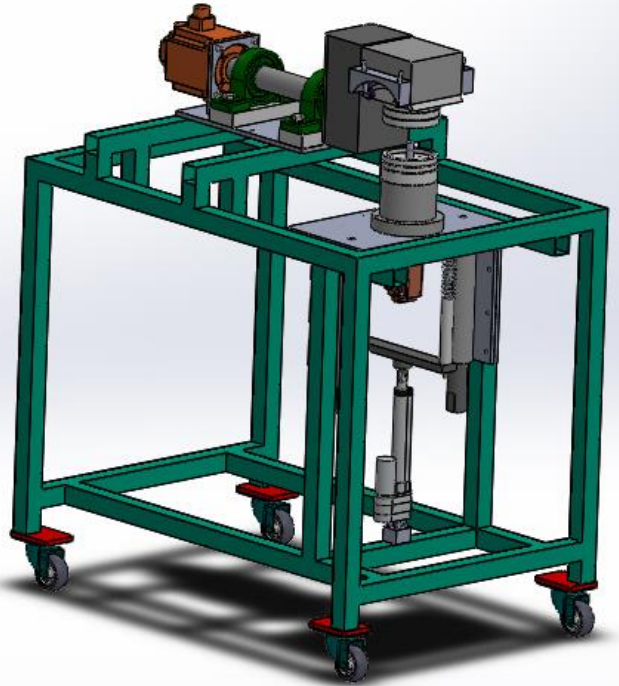
2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada kalça protez aşınma test cihazı için kalça eklemine ait ISO14242-1’de belirtilen altı hareket Şekil 1’de gösterildiği gibi referans alındı. Hareket açı değeri 2 ° iç rotasyon, 10° dış rotasyon, 25° fleksiyon, 18° ekstansiyon, 4° abdüksiyon ve 7° addüksiyondur.



Şekil 1. Referans alınan kalça eklem hareketlerinin eksen üzerinde gösterimi

Belirtilen açı değerleri dikkate alınarak motor güç hesaplamaları yapıldı. Maksimum açı değerlerine göre oluşturulan motor güç hesaplamaları sonucunda Fleksiyon/ Ekstansiyon hareketi için 1500W, Abdüksiyon/Addüksiyon hareketi için 400 W ve İçyan/Dışyan rotasyonu için 750 W güç değerleri elde edildi. Hareketleri gerçekleştirmek için bu değerleri sağlayacak servo motorlar tercih edildi. Belirlenen servo motorların boyutları ve eksen konumları belirlendikten sonra hareketlerin gerçekleşmesi için konstrüksiyon tasarımı yapıldı. Tasarım sisteminin genel montajı Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Simülatör cihaz tasarımının genel görünümü

Şekil 2’de verilen tasarımın üretiminde gövde için kare demir profiller kullanıldı. Ayrıca CAD modelleri oluşturulan parçalar universal torna, universal freze ve CNC freze tezgâhları kullanıldı. Hareketlerin ve yükleme esnasında çalışacak elemanların hassas üretilmesi ile ilgili birkaç görsel Şekil 3’deki gibidir.



Şekil 3. Üretim aşamaları

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Üretilen simülatör cihazında ilk test gerçekleştirildi. Ti6Al4V malzemeli asetabular, Ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilen malzemeye sahip asetabular liner ve CoCrMo malzemeli femoral baş kalça protezleri test için kullanıldı. Test için belirlenen parametreleri Çizelge 1’de verilmiştir.

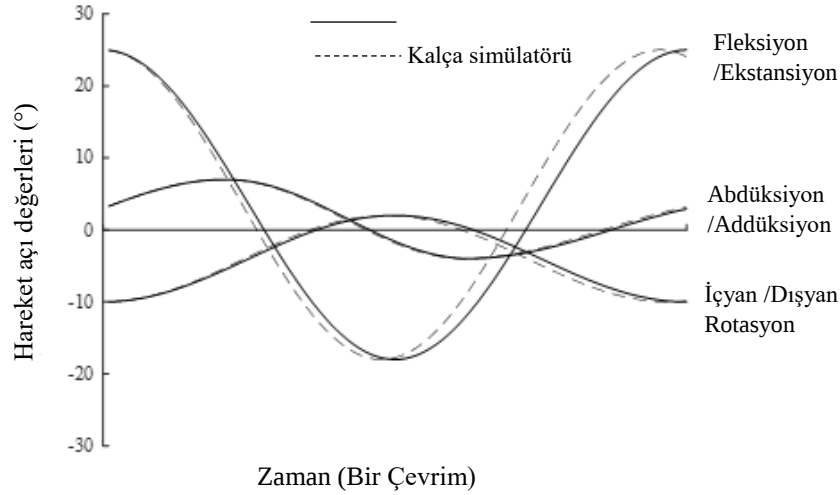
Çizelge 1. Deney parametreleri

Deney No	Serum Tipi	Malzeme Çifti	Yük Maks. /Min. (N)	Hareket açısı değerleri	Çevrim
1	Yeni doğan sığır serumu	Metal-on-Polietilen	3000 N /300N	F/E: 25°/18° A/A: 4°/7° I/E-R: 2°/10°	1 milyon

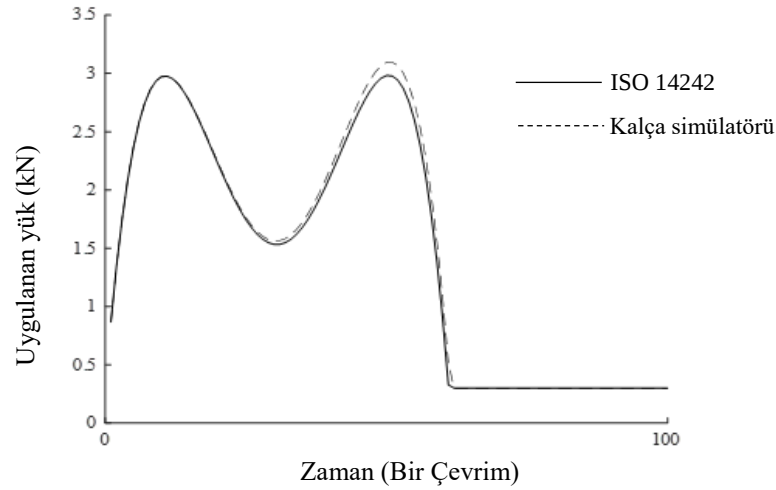
F/E: Ekstansiyon- Fleksiyon, A/A: Abdüksiyon–Addüksiyon, I/E-R: İçyan-Dışyan Rotasyon

Üretimi yapılan simülatörün test değerlerine karşılık gelen hareket açıları ve yük değerleri FATEK PLC programı aracılığı ile kaydedildi. Kaydedilen hareket açısı ve yük değerleri ISO 14241 standarda göre karşılaştırıldığında ortalama olarak % 97.2’lik bir benzerlik göstermektedir (Şekil 4,5). Standart ile cihaz arasındaki farkın sebebi motorlardan elde edilen verimliliklerdir.

ISO 14242



Şekil 4. Bir çevrimde oluşan simülasyon test açı değerlerinin ISO 14242 ile karşılaştırma



Şekil 5. Bir çevrimde oluşan simülasyon test yük değerlerinin ISO 14242 ile karşılaştırma

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada kalça simülasyonu, 5 milyona kadar tekrarlanabilen yürüme döngüsü ile kalça protezlerinde kullanılan biyouyumlu malzemelerin başarısızlık mekanizmalarını, belirli kuvvet ve yer değiştirme değerleri ile belirlemek üzere tasarlanmış ve üretildi.

Kalça simülasyonları üzerinde yapılan çalışmalar genellikle günlük hareketler dışında daha zor hareketler uygulamak için ilerlemektedir. Bu test cihazı ayrıca farklı günlük aktivitelerdeki hareketleri gerçekleştirmek için gerekli ayarlamalarla dönme kabiliyetine sahiptir.

TEŞEKKÜR

- Bu çalışmada deneme testlerinin gerçekleştirilmesi için kullanılan protez bileşenleri OTIMED Medikal Şirketi'nden temin edilmiştir.
- İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Biriminin FYL-2018-1559 projesi ile yüksek lisans tezine verdikleri destekleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Affatato, S.; Leardini, W.; Zavalloni, M. Hip joint simulators: state of the art. In: Bioceramics and Alternative Bearings in Joint Arthroplasty. Steinkopff, 2006. p. 171-180.
- Bragdon, C. R., O'connor, D. O., Lowenstein, J. D., Jasty, M., ve Syniuta, W. D. 1996. "The importance of multidirectional motion on the wear of polyethylene" Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine, 210(3), 157-165.
- Dowson, D.; Jobbins, B. 1988. "Design and development of a versatile hip joint simulator and a preliminary assessment of wear and creep in Charnley total replacement hip joints" Engineering in medicine, 17.3: 111-117.
- Essner, A., Schmidig, G., & Wang, A. 2005. "The clinical relevance of hip joint simulator testing: in vitro and in vivo comparisons" Wear, 259(7-12), 882-886.
- Galanis, Nikolaos I.; Manolakos, Dimitrios E. Design of a Hip Joint Simulator According to the ISO 14242. In: Proceedings of the World Congress on Engineering. 2011. p. 6-8.
- Galvin, A. L., Jennings, L. M., Tipper, J. L., Ingham, E., ve Fisher, J. (2010). Wear and creep of highly crosslinked polyethylene against cobalt chrome and ceramic femoral heads. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine, 224(10), 1175-1183.
- Goldsmith, A. A. J.; Dowson, D. 1999. "Development of a ten-station, multi-axis hip joint simulator" Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine, 213.4: 311-316.
- Green, A. S., O'Connell, M. K., Lyons, A. S., & James, S. P. 1999. The design and development of a triaxial wear-testing joint simulator. Biomedical sciences instrumentation, 35, 379-384.
- ISO 14242-1: 2014, Implants for surgery- Wear of total hip-joint prostheses - Part 1: Loading and displacement parameters for
- Mejia, Lito C.; Brierley, Thomas J. 1994. "A hip wear simulator for the evaluation of biomaterials in hip arthroplasty components" Bio-medical materials and engineering, 4.4: 259-271.
- Saikko, V. 1996. "A three-axis hip joint simulator for wear and friction studies on total hip prostheses" Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine, 210.3: 175-185.
- Saikko, V. 2005. "A hip wear simulator with 100 test stations" Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine, 219.5: 309-318.
- Trommer, R. M., Maru, M. M., Oliveira Filho, W. L., Nykanen, V. P. S., Gouvea, C. P., Archanjo, B. S., ... ve Achete, C. A. 2015. "Multi-scale evaluation of wear in UHMWPE-metal hip implants tested in a hip joint simulator". Biotribology, 4, 1-11.
- Zeman, J., Ranuša, M., Vrbka, M., Gallo, J., Křupka, I., ve Hartl, M. (2018). UHMWPE acetabular cup creep deformation during the run-in phase of THA's life cycle. Journal of the mechanical behavior of biomedical materials, 87, 30-39.

**FARKLI ELYAF YÖNLENDİRMELİ CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİMER
KOMPOZİTLERDE DELAMİNASYONUN İNCELENMESİ**

ERKAN BAHÇE^{1*}, SERKAN YASAKCI¹, DERYA KARAMAN²

¹ İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

² Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

ÖZET

Kompozit malzemeler hafifliği, yüksek ısı dayanımı, korozyon direnci, ekonomik oluşu gibi birçok avantajlarından dolayı havacılık, otomotiv ve uzay sanayisi gibi alanlarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Tercih edilen bu kompozitler arasında cam elyaf takviyeli polimer kompozitler, kolay şekillendirilebilmesi ve üretilebilirliğinden dolayı daha çok kullanılmaktadır. Cam elyaf takviyeli polimer kompozitler istenilen şekle en yakın üretimi sağlanmakla birlikte kesme, frezeleme delme gibi imalat yöntemlerine de başvurulmaktadır. Özellikle delme işlemi malzemelerin montajlanmasında sıklıkla tercih edilmekte olup parçalardaki delik kalitesi kullanım ömürlerinde oldukça etkilidir. Delaminasyon ve yüzey pürüzlülüğü gibi delik kalitesini belirleyen faktörler, işleme parametrelerine (kesme hızı, ilerleme hızı, matkap çapı, matkap uç açısı vb.) ve kullanılan kompozitin özelliklerine (kullanılan reçine, fiber yönelim açısı vb.) bağlıdır. Literatürde bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla birçok çalışma bulunmakta olup çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmada da delik yüzey kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla cam elyaf takviyeli polimer kompozit malzemelerde farklı elyaf yönlendirilmeler delme deneyleri ile incelendi. Delme deneylerinde farklı ilerleme hızları, devir sayısı ve iki farklı fiber yönlendirme açısına sahip kompozit malzemeler kullanıldı. Yapılan deney sonuçlarında fiber yönelim açısının değişmesi delaminasyon üzerinde etki göstermiştir. İlerleme hızı arttıkça delaminasyonda bir artış görülmüş, devir sayısı arttıkça pürüzlülük arttığı gözlemlendi ve kesme hızı arttıkça geometrik hassasiyette sapmalar meydana geldiği tespit edildi.

Anahtar kelimeler: CETP Kompozit, Delaminasyon, Fiber Yönlendirme Açısı, Delik Delme, Yüzey Kalitesi

**INVESTIGATION OF DELAMINATION IN GLASS FIBER REINFORCED POLYMER
COMPOSITES WITH DIFFERENT FIBER ORIENTATION**

ABSTRACT

Composite materials are widely preferred in aerospace, automotive and aerospace industries due to their many advantages such as lightness, high heat resistance, corrosion resistance, and economy. Among these preferred composites, glass-fiber-reinforced polymer composites are more widely used because of their easy formability and producibility. As well as glass fiber reinforced polymer composites are produced as close as possible to the desired shape, manufacturing methods such as cutting, milling and drilling are also used. Particularly the drilling process is frequently preferred for the assembly of the materials and the quality of the holes in the parts is highly effective in their lifetime. Factors that determine the hole quality, such as delamination and surface roughness, depend on the machining parameters (cutting speed, feedrate, drill diameter, drill bit angle, etc.) and the properties of the composite used (resin, fiber orientation, etc.). There are many studies in the literature in order to eliminate these negativities and studies are in progress. In order to improve the quality of the hole surface in this study, fiber reinforced polymer composite materials were examined with different fiber orientation drilling experiments. In the drilling experiments, different feed rates, rotational speed and composite materials with two different fiber orientation angles were used. Changes in the fiber orientation angle in the results of the experiments showed an effect on delamination. As the feed rate increased, there was an increase in delamination, it was observed that the roughness increased as rated speed increased and geometric precision deviations occurred as the cutting speed increased.

Keywords: GFRP Composite, Delamination, Fiber Orientation Angle, Hole Drilling, Surface Quality

1. GİRİŞ

Cam elyaf takviyeli polimer (CETP) kompozit malzemeler ekonomikliği, hafifliği ve yüksek mukavemet özellikleri nedeniyle endüstride yoğun olarak kullanılmaktadır. CETP kompozit malzemeler istenilen şekillere yakın imal edilmekte ve bu üretilen parçaların montajlanması için bir dizi işleme operasyonlarına başvurmak gerekmektedir. Bu operasyonların büyük bir kısmını delik delme oluşturmaktadır. Delik delme işlemi montajlamada yaygın olarak kullanılmakta olup delik kalitesinin parçanın kullanım ömründe oldukça etkili olduğu bilinmektedir. Delik kalitesi yüzey pürüzlülüğü, delaminasyon, sertlik gibi parçanın görsel ve yapısal özelliğini koruyan unsurlardır. Delaminasyon, delik delme işlemlerinde oluşan kusurun derecesini belirleyen bir parametredir. Bu parametre malzemenin mukavemetini ve yapısal özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Malzemenin delaminasyona maruz kalması sonucu kullanım ömründe azalmalar görülmektedir. Tabakalı tipteki lamine edilmiş kompozitlerin özellikle de kompakt laminatların kullanım alanları ve oranları arttıkça delme operasyonlarında oluşan hasarların azaltılması ve önlenmesi için yapılan bilimsel araştırmaların önemi artmaktadır. Literatürde delaminasyon oluşumu üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde aşağıdaki gibi sıralanabilir.

ISPEC
ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ KONGRESİ
3-4 Mayıs 2019, MALATYA

Yazar Adı/ Yılı	Devir sayısı (dev/dk)	İlerleme mm/Devir	Delik Çapı (mm)	Takım Üç Açısı	Takım Ağzı Sayısı	Yüzey	Delaminasyo n	İtme	Açıklamalar
Siddhart h ve ark./2018	3979 4974 5968	0,03 0,06 0,09	8	130°	3	X	X	X	Kriyojenik ve kuru ortamlarda bir dizi deney yapmıştır. Bu deneyler sonucunda Delaminasyon faktörü hem kuru hem de kriyojenik koşullarda ilerlemedeki artış ile artmıştır.
Hossein ve ark./2018	315 630	0,04 0,06 0,08 0,1	4 5	118°	2		X	X	Nano partükül eklemesi yaparak etkilerini araştırmışlardır. Nanopartiküllerin delaminasyonu bir miktar etkilediği gözlemlenmiştir.
Anarghya ve ark./2018	600 900 1200	0,05 0,075 0,1	6 8 10	90° 118°			X	X	Delaminasyonun itme kuvveti tarafından etkilendiğini göstermişlerdir. Minimum itme kuvveti elde etmek için gerekli parametrelerin 90 ° delme noktası açısı, 6 mm delme çapı, 1200 rpm ve 50 mm / dev ilerleme hızı olduğunu söylemişlerdir.
Xinchang ve ark./2018	4000 6000 8000 10000	0,01 0,02 0,03 0,04		118° 130° (90°/140°)			X	X	Delğin kalitesinin itme kuvveti ile doğrudan ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Takım ömrün de belirleyici etkenin elmas şekli değil, alet şekli olduğu sonucuna varmışlardır.
Fei Su ve ark./2018	2000	0,0525 0,105 0,5175 0,2100					X	X	Yeni bir matkap ucu tasarlayarak CFRP kompozitler üzerinde delme işleminin teorik ve geometrik analizleri ve delme testleri yapmışlardır. Yeni matkap ucunu kullanarak hasarların önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermekte olduğunu belirtmişlerdir.
B. Ramesh ve ark./2018	750 1000 1250	0,5 0,10 0,15	10				X	X	6 farklı matkap kullanarak bunlar arasında delaminasyon ve yüzey pürüzlülüğü etkilerini karşılaştırmışlardır. Delik ve yüzey kalitesine en çok etki eden faktörün ilerleme olduğunu söylemişlerdir.
N. Feito ve ark./2018	500 1000 1500	0,05 0,10 0,15	6				X	X	Kademeli matkap ve helisel matkaplara yapılan deneyler karşılaştırmışlar. Düşük ilerlemede kademeli matkap, düşük itme kuvveti ve delaminasyon faktörü ile helisel matkaptan daha iyi olduğunu söylemişlerdir.

Literatür incelendiğinde genel olarak delaminasyonun azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda delaminasyon oluşumunda ilerleme hızı, takım geometrisi, takım aşınması ve kesme hızları gibi faktörlerin etkili olduğunu belirtmişlerdir. Delaminasyonların azaltılması için ise matkap geometrisi, takım kaplaması, ilerleme hızı ve kesme hızlarını değiştirerek delaminasyonun azaltılması amaçlanmıştır.

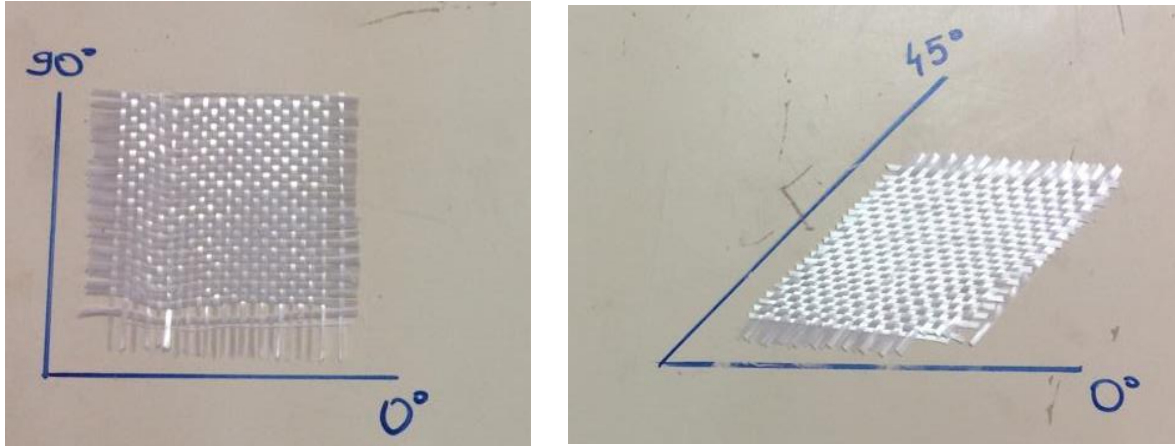
Bunların yanında kompozitin önemli yapı taşlarından olan cam elyaf lifler yapı içerisinde bulunduğu konum ve açısını değiştirerek malzemenin mukavemeti ve kullanım ömrü artırması yapılan çalışmalar arasındadır. A.V. Borgaonkar ve ark [8] üç farklı fiber oryantasyonunda kompozit üretmişler ve yapılan

deneylerin sonucunda modal yoğunluk ile frekansın oryantasyonla ilişkisini göstermişlerdir. Bernasconi ve diğ [9] dört farklı elyaf yönelim açısına sahip numuneler elyaf oryantasyonunun bir fonksiyonu olarak yorulma dayanımındaki değişimi bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmaların değerlendirilmesi sonucu cam elyaf liflerinin oryantasyonlarının kompozit malzemenin delinmesinde delaminasyona etkisi araştırılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada iki farklı açı ile yönlendirilmiş cam elyaf kompozitlerin delinmesindeki delaminasyon incelenmesi amaçlanmıştır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1 Kompozit Malzeme Özellikleri

Bu çalışmada ağırlıkça %50 epoksi reçine içeren sıkı dokuma cam elyaf ile takviyelendirilmiş CETP malzeme kullanılmıştır. Bu malzemede farklı oryantasyonları sağlamak amacıyla Şekil 1’de gösterilen şablon kullanıldı. Kullanılan yönelim açıları 0° - 45° ve 0° - 90° dir.



Şekil 1. Cam elyafların farklı yönlendirilmesi için kullanılan şablon

İki farklı elyaf yönelim açısı kullanılarak iki kompozit numune dökülmüştür. CETP malzeme 61×61 mm² boyutlarında elle yatırma yöntemiyle üretimleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.)



Şekil 2. CETP kompozitin dökümü

2.2 Deneyel Parametreler

Delme deneyinde üç farklı ilerleme, üç farklı devir sayısı, iki farklı elyaf yönelim açısı ve tek çap kullanılarak tam faktöriyel dizayna göre gerçekleştirildi. Delme deneyleri CETP malzeme üzerinde delik eksenleri arası 17 mm olacak şekilde eşit aralıklarla CNC dik işleme tezgâhında gerçekleştirildi. Deneyde kullanılan parametrelere Tablo 1’de verilmiştir. Deneyde matkap malzemesi olarak sanayide yaygın kullanılan HSS takım tercih edildi. (Şekil 3.)

Tablo 1. Deney parametreleri

Takım çapı D (mm)	İlerleme (mm/dev)	Devir hızı (dev/dak)	Cam Elyaf Yönelim Açısı
7.5	0.1	1000	0°-45° 0° -90°
	0.2	1250	
	0.3	1500	



Şekil 3. Kullanılan matkap uçları (7.5 mm)

2.3 Pürüzlülük Ölçümü

Delik pürüzlülük değerlerinin ölçümü Şekil 4’de görülen ölçüm hassasiyeti 0.001 µm olan MITUTOYO SJ-210 cihazı kullanılarak ortalama pürüzlülük değerlerinin ölçümleri gerçekleştirildi. Ölçümün kararlılığını artırmak için farklı bölgelerden üçer ölçüm yapılarak ortalama pürüzlülük değerleri belirlendi.



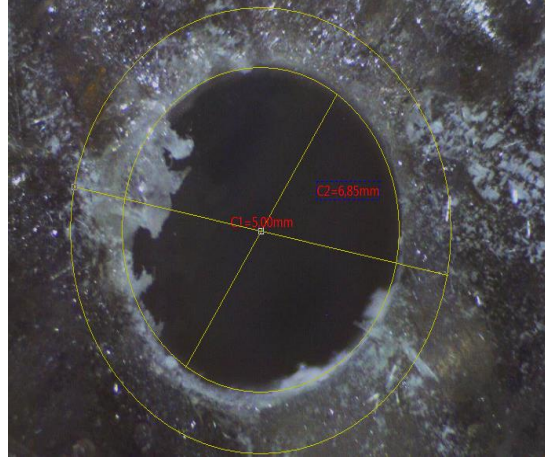
Şekil 4. Kullanılan matkap uçları (7.5 mm)

2.4 Delaminasyon Faktörü

Kompozit malzemelerde delaminasyon faktörü (F_D) hesaplanırken

$$F_D = D_{max}/D_0 \quad (1)$$

kullanılmaktadır. D_{max} delik etrafında oluşan delaminasyonların maksimum çapı ve D_0 ise normal çaptır. Bunların hesaplanması için delme işlemi yapılmış numuneler Euromax-Nexiuszoom marka mikroskop yardımı ile görüntüleme yapılarak bilgisayar ortamına görüntüler aktarıldı. Elde edilen görüntüler Image Focus Alpha yazılımına aktarılarak nominal çap ölçekli maksimum çaplar belirlendi (Şekil 5). Denklem 1’e girilen veriler doğrultusunda her bir delik için delaminasyon faktörü belirlendi.



Şekil 5. İmage Focus Alpha Yazılımında maksimum delaminasyon çap ölçümü

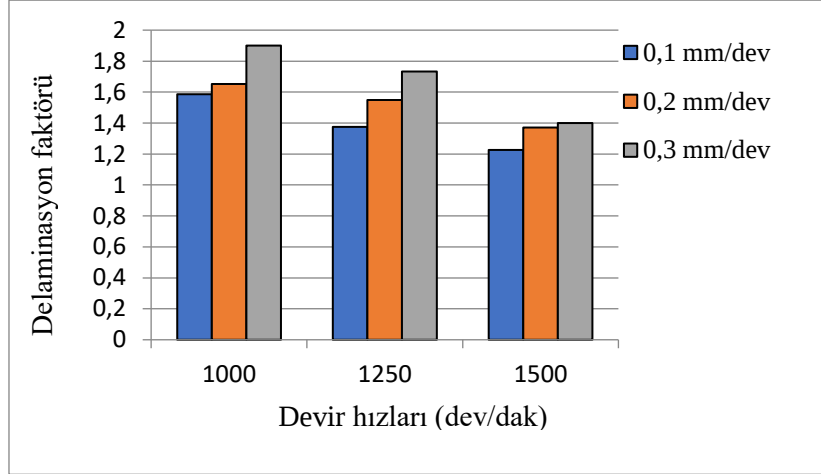
3 SONUÇLAR

3.1. Delaminasyon Ölçümleri

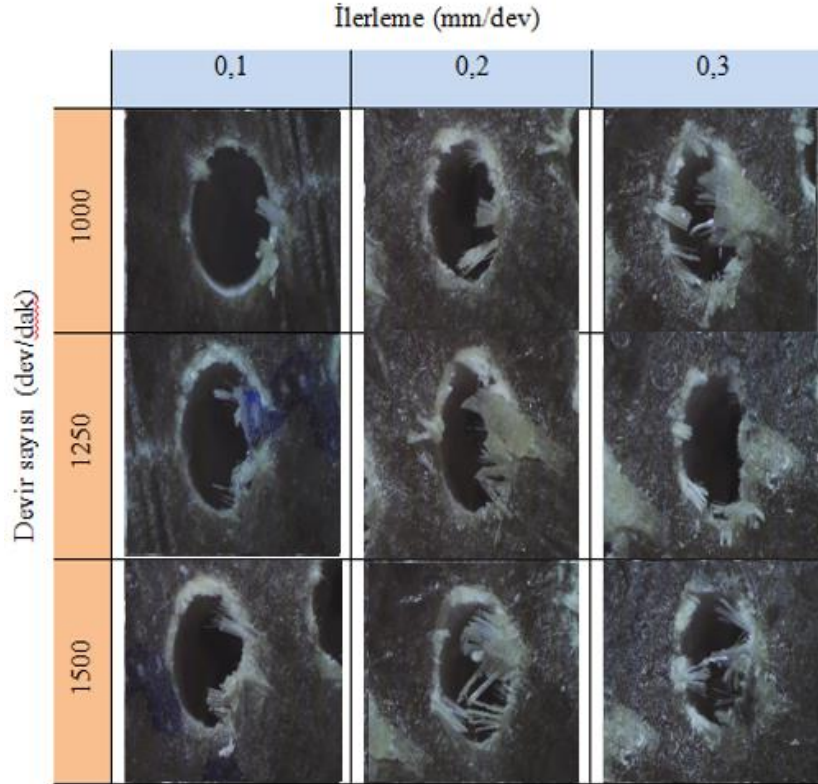
Yapılan deneyler sonucunda elde edilen görüntüler Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9’da verildiği gibidir. Görüntüler incelendiğinde devir ve ilerleme arttıkça delaminasyon faktörünün arttığı gözlemlendi. İlerlemenin artması itme kuvvetinde artışa neden olduğundan dolayı delik çevresinde tahribatı arttırmış, buda delaminasyon faktörünün artmasına sebep olduğu görülmüştür. Nitekim literatürde yapılan çalışmalarda da ilerleme hızının artışına bağlı olarak delaminasyonda artış görülmüştür.

		İlerleme (mm/dev)		
		0,1	0,2	0,3
Devir sayısı (dev/dak)	1000			
	1250			
	1500			

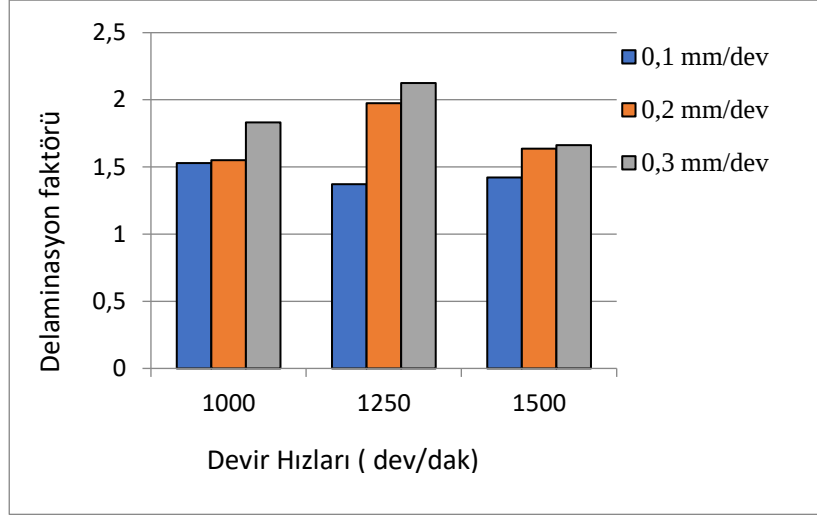
Şekil 6. Delaminasyonun ilerleme ve devir ile olan ilişkisi (0°-90° fiber oryantasyonlu)



Şekil 7. Delaminasyon faktörünün ilerleme ve devire bağlı olarak değişimi (0°-90° fiber oryantasyonlu)



Şekil 8. Delaminasyonun ilerleme ve devir ile olan ilişkisi (0°-45° fiber oryantasyonlu)

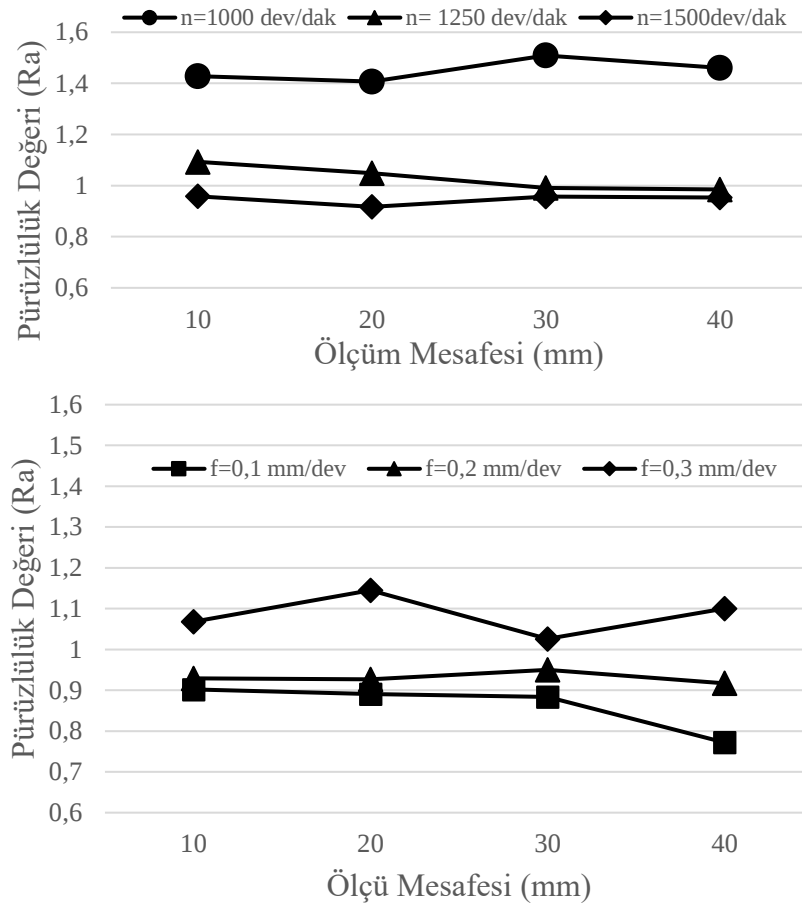


Şekil 9. Delaminasyon faktörünün ilerleme ve devire bağlı olarak değişimi (0°-45° fiber oryantasyonlu)

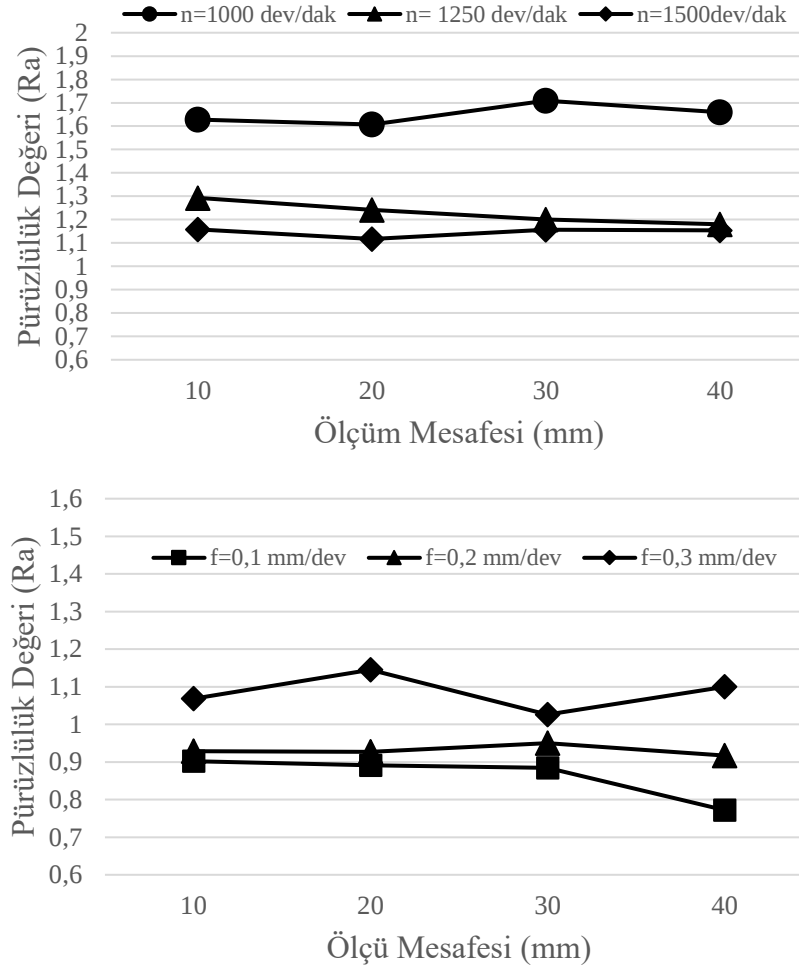
Elyaf yönelim açıları incelendiğinde 0°-45° yönelim açılı kompozitin delaminasyon faktörü 0°-90° yönelim açılı kompozite göre daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi cam elyaf lifler 0°-45° yönelim açısında matkapla daha fazla temas etmesinden dolayı olduğu sonucuna varılmıştır.

3.2. Delik Yüzey Pürüzlülüğü

Deney sonucunda yapılan pürüzlülük testlerinden elde edilen sonuçlar Şekil 10 ve Şekil 11’de görüldüğü gibidir. Devir hızlarının artması malzeme pürüzlülüğünü azaltmıştır. Bunun sebebi devir sayısının artmasına bağlı olarak artan sıcaklığın malzemenin sertliğinin düşürerek işlenmesinin kolaylaştırmasıdır. İlerlemenin artmasına bağlı olarak ise pürüzlülük artmıştır. Bunun sebebi ise artan ilerleme deformasyona uğrayan alanın artmasına ve kesme kuvvetlerinin artmasına neden olmasıdır. Aynı zamanda fiber yönelim açısının 0°-45° olduğu kompozitte yüzey pürüzlülüğü daha fazla çıkmıştır.



Şekil 10. Pürüzlülüğün ilerleme ve devir ile olan ilişkisi (0°-90° fiber oryantasyonlu)



Şekil 11. Pürüzlülüğün ilerleme ve devir ile olan ilişkisi (0°-45° fiber oryantasyonlu)

4 GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada, farklı elyaf yönelim açılı CETP kompozit malzemenin CNC freze tezgahında delinmesi işleminde kesme hızı ve ilerleme miktarına bağlı olarak delik giriş ve çıkışında oluşan deformasyon faktörü deneysel olarak incelendi. Yapılan bu çalışmalardan aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır:

1. Deformasyon faktörü sırasıyla fiber yönelim açısı, ilerleme miktarı ve kesme hızı parametrelerinden etkilenmektedir.
2. 0°-45° fiber yönelim açılı kompozit de delaminasyon daha fazla oluşmuştur. Çünkü elyaf lifleri delme esnasında takımla teması artmıştır.
3. İlerleme miktarının artmasıyla deformasyon faktörü de artmaktadır. Dolayısıyla bu kompozitlerin delinmesinde düşük ilerleme miktarları seçilmelidir.
4. Devir sayısı arttıkça pürüzlülük azalmış, ilerleme arttıkça ise azalmıştır.

KAYNAKÇA

1. Joshi, S., Rawat, K., & Balan, A. S. S. (2018). A novel approach to predict the delamination factor for dry and cryogenic drilling of CFRP. *Journal of Materials Processing Technology*, 262, 521-531.
2. Heidary, H., Karimi, N. Z., & Minak, G. (2018). Investigation on delamination and flexural properties in drilling of carbon nanotube/polymer composites. *Composite Structures*, 201, 112-120.
3. Anarghya, A., Harshith, D. N., Rao, N., Nayak, N. S., Gurumurthy, B. M., Abhishek, V. N., & Patil, I. G. S. (2018). Thrust and torque force analysis in the drilling of aramid fibre-reinforced composite laminates using RSM and MLPNN-GA. *Heliyon*, 4(7), e00703.

4. Wang, X., Shen, X., Zeng, C., & Sun, F. (2018). Combined influences of tool shape and as-deposited diamond film on cutting performance of drills for CFRP machining. *Surface and Coatings Technology*, 347, 390-397.
5. Su, F., Zheng, L., Sun, F., Wang, Z., Deng, Z., & Qiu, X. (2018). Novel drill bit based on the step-control scheme for reducing the CFRP delamination. *Journal of Materials Processing Technology*, 262, 157-167.
6. Ramesh, B., Elayaperumal, A., Satishkumar, S., & Kumar, A. (2018). Drilling of pultruded and liquid composite moulded glass/epoxy thick composites: Experimental and statistical investigation. *Measurement*, 114, 109-121.
7. Feito, N., Díaz-Álvarez, J., López-Puente, J., & Miguelez, M. H. (2018). Experimental and numerical analysis of step drill bit performance when drilling woven CFRPs. *Composite Structures*, 184, 1147-1155.
8. Borgaonkar, A. V., Mandale, M. B., & Potdar, S. B. (2018). Effect of changes in fiber orientations on modal density of fiberglass composite plates. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 5783-5791.
9. Bernasconi, A., Davoli, P., Basile, A., & Filippi, A. (2007). Effect of fibre orientation on the fatigue behaviour of a short glass fibre reinforced polyamide-6. *International Journal of Fatigue*, 29(2), 199-208.

KEMİK KIRIKLARININ TEDAVİSİNDE KULLANILAN LCP PLAKLARINDA KİLİTLİ VE KİLİTSİZ VİDALARIN KULLANIMI VE FARKLI VİDA AÇILARININ PLAĞIN MEKANİK DAYANIMINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**DR. MURAT CAN¹, DR. SERDAR KOLUAÇIK¹, DR. ÖGR. ÜYESİ ERKAN BAHÇE²,
MAKİNA MÜH. MEHMET AKİF OYMAK²**

¹Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Malatya, Türkiye
²İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği, Malatya, Türkiye

ÖZET

Femur kırıklarında kullanılan lcp plaklarda erken basma ve düşme gibi ani yüklemeler durumunda plak yetmezlikleri ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu plak yetmezliklerini azaltmanın yolları plak gerilmelerine dayanıklı malzeme tasarlamak, yeni plak tasarımı veya kullanılan vidaların montaj şekillerini tasarlamaktır. Bu çalışmada da son yıllarda yaygın olarak kemik kırıklarının tedavisinde kullanılan lcp plak ile kilitli ve kilitsiz vidaların kemiğe montajında farklı açılarda gönderilmesinin plak gerilmelerinin etkisinin incelendi. Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesinde ortopedik alanda yapılan plak ameliyatları gözlemlendi ve kemiğe vida atım çeşitleri ile ilgili veriler toplandı. Bu verileri kullanarak vida montaj şekilleri bilgisayar ortamında incelendi. Ayrıca bu çalışma ile ilgili literatür çalışmalarında farklı yöntemlerle incelemeler yapıldığı görüldü ve bunların üzerine ne eklileyebileceğimiz nasıl daha doğru sonuç alabileceğimiz araştırıldı. Analizlerde femurun ortasından plak monte edilerek vida konumlarına göre yüksek gerilmelerin hangi bölgelerde oluştuğunu ve kırılma nedenleri araştırıldı. Ti6Al4V malzemeli plak sol bacağı uyumlu olacak şekilde seçildi ve 3 boyutlu tarayıcı ile CAD modeli elde edildi. Ayrıca femur kemiğine ait MR görüntülerinden Mimics yazılımı ile CAD modeli oluşturuldu. Aktarılan görüntülerin kilitli ve kilitsiz kompresyon vidaları ile montajı yapıldı. Femur başına insan ağırlığını göz önüne alarak 500 N doğrusal yük uygulandı. Sonuç olarak plakda gerçekleşen Von-Mises gerilmelerinin farklı açılarda vida gönderimi ile değişim gösterdiği gözlemlendi. Ek olarak toplam gerilmeleri ve maksimum minimum asal gerilme analizleri incelendi.

Anahtar kelimeler: Femur, LCP, kilitli vida, kompresyon vidası, sonlu elemanlar yöntemi

Abstract

The aim of this study is to investigate the effect of plate stresses in different angles of lcp plate locked and unlocked screws used in the treatment of bone fractures in recent years. Lcp plates used in femoral fractures, especially in the case of sudden overload and fall, such as plate deficiencies occur. The ways to reduce these plate deficiencies are to design plate stress-resistant materials, to design new plates or to assemble the screws used. In this study, plate surgeries were observed in the orthopedic area in Malatya Training and Research Hospital and the doctors were informed about the types of screws. Using this information, the screw mounting shapes were computerized. In addition, it was seen in the literature studies related to this study that different methods were investigated and how we could add more accurate results were investigated. In the analyzes, the plate was mounted in the middle of the femur and the locations of the high stresses in relation to the screw positions were investigated and the causes of the fracture were investigated. The plate with Ti6Al4V material was selected to be compatible with the left leg and a CAD model was obtained with a 3D scanner. Furthermore, a CAD model was obtained from the MR images of the femoral bone with Mimics software. The transferred images were mounted with locked and unlocked compression screws. A 500 N linear load was applied considering the human weight per femur. As a result, it was observed that Von-Mises stresses on the plate were changed by screw displacement at different angles. In addition, total stresses and maximum minimum stress analyzes were examined.

Keywords: Femur ,LCP(Locking compression plate) , Locked screw, Compression screw, Finite Element Analysis

1- GİRİŞ

İnsan vücudunun bütün ağırlığını taşıyan tibia ve femur gibi uzun kemikler dış etkilere sonucunda hasara uğramakta ve kırılmaktadır. Bu kemiklerin tedavisinde, kemik yapısında oluşan hasarın tipine göre; genellikle alçı ile tedavi, ilizarov yöntemi, çivileme ve plak ile tespit yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan plak ile tespit; kırık tedavi uygulamaları arasında sağlam bir fiksasyon sağlaması ve duruma göre kolay uygulanabilir olması nedeni ile uzun kemik kırıklarının tedavisinde sıklıkla tercih edilmektedir [1]. Buna ek olarak, kemik plakları çeşitli geometrilerde, farklı malzemelerden ve farklı fiksasyon mekanizmaları ile üretilmektedirler. Fiksasyon tipi açısından plak türleri incelendiğinde ise kemik plakları; geleneksel ve kilitli plaklar olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. geleneksel plaklarda fiksasyon sistemi plak ve kilitsiz vidalardan oluşmakta iken, kilitli plaklarda bu sistem; vida bağlantılarının plak üzerinde vida dişleri ile konumlanmasını sağlayan plak ve plaklara tutunmayı sağlayan vidadan oluşmaktadır[2]. Kilitli plaklar (LCP) geleneksel plakların aksine kemiğe çok daha az miktarda basınç uygularlar, bu da kırık iyileşmesi için olumlu etki etmektedir, ek olarak minimal invaziv kullanıma uygun olması ve kilitli plaklarda farklı açılarda gönderilen vidaların hastaya verilen biyolojik hasarı azaltmaktadır [3]. Kombine delik yapısına sahip olan LCP plaklar hem kilitli vida hemde kilitsiz kompresyon vidası ile birlikte kullanılabilirler [4]. Plak üzerindeki yivli deliklerde kilitli vida kullanıldığında, vida deliklerindeki yivlere kilitlenir ve sistemin tek bir mekanik yapı gibi işlev görmesi sağlanır, bunun tek tek bileşenler arasında hareketin gerçekleştiği geleneksel plak kullanımından dört kat daha güçlü olduğu literatürde belirtilmiştir [5]. Aynı zamanda kilitsiz vidalarda görülen ilerleyici gevşeme ve vida-plak arasında menteşe hareketi riskini azaltırlar, özellikle osteoporotik kemiklerde plağın ve fiksasyonun gücü artar [6].

LCP' lerin bu avantajları olmasına rağmen klinik kullanımda tasarımından vida kemik montajlarından kaynaklı ve olumsuz durumlarla da karşılaşıldığı görülmektedir. Plağın eğilmesi veya kırılması, vidanın geri gelmesi, vidanın eğilmesi, vida başının kırılması, kırığın kaynamaması, ikincil kırıklar oluşması bu olumsuzluklardan başlıcalarıdır [7] [8]. Gecikmiş iyileşme metabolizması ve gecikmiş kaynama için risk faktörleri olan hastalarda implantların uzun süreli yük döngüsüne maruz kalacağı ve bu durumun implant yetersizliği olasılığını artıracak bilinmektedir [8]. Vida sayısı, kırık hattına en yakın vidalar arasındaki vidasız plak bölgesinin uzunluğu ve vida yoğunluğu (delik sayısı / vida oranı) vidaların gönderim şekli gibi çeşitli cerrahi fiksasyon özelliklerinin biyomekanik yeterlilik açısından önemli olduğu literatürde belirtilmiştir [9]. Bu çalışmada, kilitli ve kilitsiz plak tespit yöntemlerinin kemik-implant yapılarında oluşturduğu etkiler incelenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, kırık açısının 60° olduğu durumlarda kilitsiz kompresyon vidasının kırık yüzeyi yönünde ve kemik yüzeyi yönünde göndererek vida ve plak üzerinde gerilmeleri sonlu elemanlar yöntemi ile kontrol ederek farklı vida gönderimlerinde vida ile plağın nasıl etkilendiğini araştırmak vida, kemik kayıplarını azaltmanın yolları aranmıştır.

Anitha ve ark.(2015) plak tasarımlarının kemik kırıklarındaki etkisini incelemişlerdir. Kemiğe boydan bir LCP plak tasarlayıp uzun kemik kırıklarında kırık bölgesindeki delikleri iptal ederek farklı kemik kırıklarının uzunluklarını sonlu elemanlar yöntemi ile incelemişler. Sonuçta yaptıkları tasarımı 35mm boyunda kırığı desteklediğini bulmuşlardır.[10]

Y. Chung ve ark.(2017) Bu çalışmada, diyafizofemoral kırıklar için farklı vida plakası konfigürasyonlarını değerlendirmek için özel bir uygulama yaratmanın uygulanabilirliği araştırılmıştır. Nihai hedef, bu tekniği ortopedik cerrahi için bilgisayar destekli ameliyat öncesi planlamaya genişletmektir.[11]

Lin CH ve ark. (2018) vida deliğinin tasarımının plak yorulmasına etkisini araştırmışlardır. Farklı tasarım plaklara bükme testi uygulanıp yorulma sonucunda kırılmasını ve kırılma yüzeyini incelemişlerdir. Vida deliğindeki tasarımların yorulmaya karşı oluşan kırılmalarda değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir.[12]

Tidwell JE ve ark (2016) laboratuvar ortamında 0-15 derece arasında dik gönderilme açıları ve 45 derece eğik gönderme durumlarını yük altında vida ve plağın yüke karşı dirençlerini ölçmüşler. Standart vida gönderme şekillerinin daha yüksek yüke karşı direnç sağladığını bulmuşlardır [13].

Inzana JA ve ark. (2016) 3 farklı vidanın dişlilerini, vida ara yüzeylerini helisel açıları ve vida adımlarında değişiklik yaparak vida dişlileri ve vida arayüzünün tutunma ile gerilmelere etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak vida dişlileri ve vida arayüzlerindeki değişiklikler tutunmaya, gerilmelere

etkisinin önemli düzeyde olduğunu ve daha verimli vida tasarımları yapılabileceğini göstermişlerdir [14].

Märdian S ve ark.(2015) BT (bilgisayarlı tomografi) verilerine dayanan afinite element modeli fizyolojik olarak yüklenmiş ve kırılma aralığı koşulları hesaplamışlar. Her bir vida varyasyonlarında dört çalışma uzunluğu sistematik olarak analiz edilmiş. Kas yapısına göre vida montajları yapılmış. Bu vida montajları dikkate alarak gelecekte kişiye özel kas yapısına göre farklı vida montajlarının hastaya fayda sağlayacağını ispatlamışlardır [15].

Brand S ve ark.(2014) geleneksel plak ile kilitli plağı kemiğe montajını yaparak dik eksen boyunca yük uygulamışlar ve dayanımını hesaplamışlardır. Sonuç olarak LCP(Kilitli plak) lerin yük altında dayanımının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır [16].

Chen SH ve ark. (2013) 60° ve 90° derece kırık açılarındaki iç ve dış plak montajlarını incelemişler ve sonlu elemanlar yöntemi ile uygulanan iç ve dış plak olarak ayrı ayrı basınç ve rotasyon analizini yapmışlardır.Sonuç olarak distal femur kırıkları için lcp plakların daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlemişlerdir [17].

Wieding J ve ark. (2012) Vida montaj yöntemleri ile gerilmeleri azaltmayı amaçlamışlar ve sonlu elemanlar yöntemi ile LCP plakaya vida modellemek için uygun yöntem belirlemişlerdir. Sonuç olarak bu hastaya özel otomatik vida modellemenin gelecekte kullanılabileceğini daha iyi sonuçlar alındığını kanıtlamışlardır [18].

Macleod AR ve ark. (2012) Vida kemik arayüzünün önemine dikkat çekmişler ve sonlu elemanlar yöntemi ile vida kemik arayüzlerini analiz etmişler. Uygulama yöntemi kemiğe benzer bir modele uygulanan düz plakta vidaların ara yüzlerinin sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmiştir. Sonuç olarak vida deliklerinin plak kayıplarına neden olduğunu belirlemişlerdir [19].

Literatürden görüldüğü üzere plaklar da oluşan hasarlar genel olarak yeni plak modellemek yada yeni vida modelleme yöntemleri kullanılarak sonlu elemanlar analiz uygulanarak veya laboratuvar ortamında yük uygulanarak kemik kırıklarında plak kullanılması ve insan yükü ve ani yüklemeler durumundaki oluşan hasarların sebepleri araştırılmıştır. Plak malzemesi seçiminde ise son yıllarda kemik kırıklarında 316L paslanmaz çelik ile Ti6Al4V titanyum alaşımı tercih edilmektedir. Paslanmaz çelikler, titanyum alaşımlarına göre daha ucuz olmasına rağmen günümüzde mekanik özelliklerinden dolayı çok tercih edilmemektedir . Yapılan literatür çalışmalarında da titanyum alaşımlarından daha iyi mekanik özellikler taşıyan farklı malzemeler geliştirilmiş fakat biyolojik açıdan uyumu daha düşük olması veya işlenmesi maliyetli olan malzemeler olmasından dolayı titanyum alaşımları en iyi seçenek olarak görülmektedir [20]. Bu çalışmada ise mevcut çalışmalardan farklı olarak distal femur kırığı için Ti6Al4V malzemesinden yapılmış bir plakada kilitli ve kilitsiz vida kullanılırken 60 derece kırığa göre uygulanan kilitsiz vidaların kemiğe farklı gönderim şekillerini sonlu elemanlar yöntemi ile inceleyerek gerilmelerini karşılaştırılmıştır.

2-Malzeme ve Method

Bu çalışmada sol femur kemiği kullanılmış olup sol femur kemiğine ait MR görüntülerinden Mimics yazılımı ile CAD modeli elde edildi. Oluşturulan CAD modeli üzerinden femur başından yaklaşık olarak 207 mm ve femurdan ise 188 mm ilerde tek parça 60 dereceli kırık şekli oluşturulmuştur. Plak ve vidalar aracılığı ile kırılan femur kemiğini birleştirecek şekilde montajı yapılmıştır. Çalışmada kullanılan femur kemiği organik (%35) ve inorganik (%65) malzemeden oluşan kimyasal yapıdadır. mekanik özellikleri ise Tablo 1 ' de verilmektedir.

Tablo 1. Kemiğin mekanik özellikleri

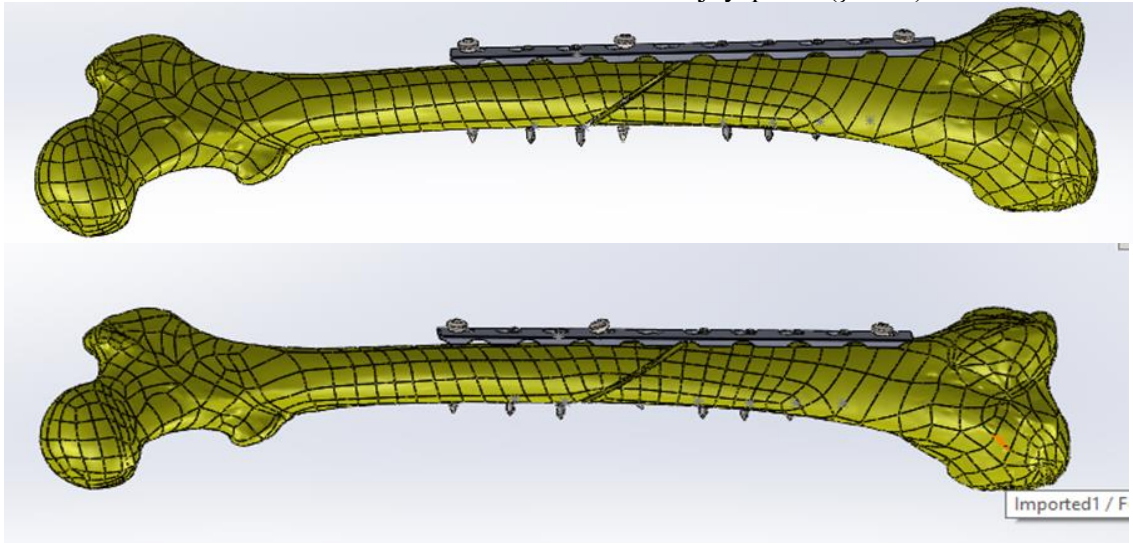
	Yoğunluk (g/cm ³)	Elastisite Modülü (Gpa)	Poisson Oranı	Gerilme Muk. (Gpa)	Basma Muk. (Gpa)
Femur Kemiği	2000	17,2	0.3	121	167

Femur kemiği kırığında kullanılan LCP plak ve vidalar Ti6Al4V malzemesinden seçilmiştir. Bu malzemeye ait mekanik özellikler ise Tablo 2 'de verilmiştir. Plakın kemiğe tespitinde 3'ü kilitli 6'i kilitli olmak üzere toplam 9 adet vida kullanılmıştır

Tablo 2. Ti6Al4V plak ve vidalarının mekanik özellikleri.

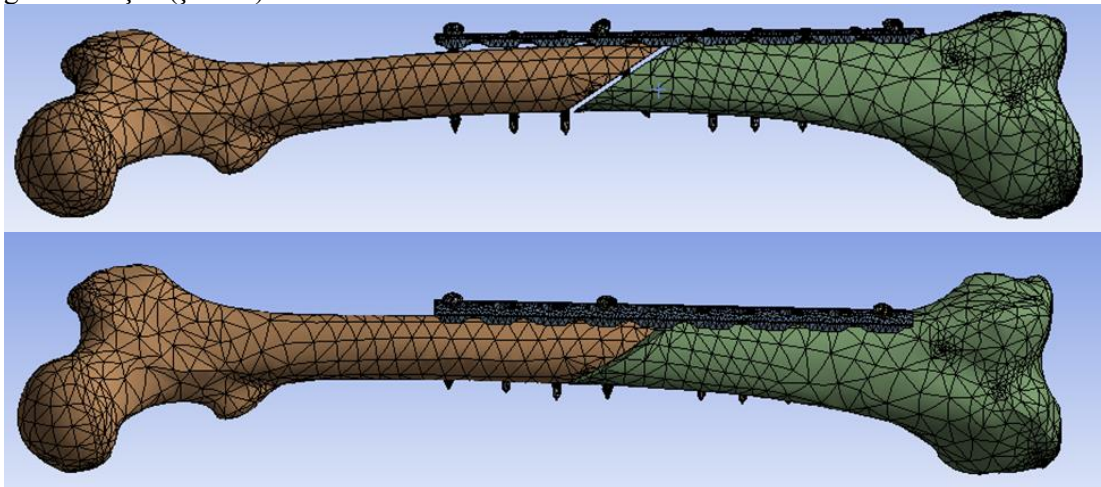
	Yoğunluk (g/cm³)	Elastisite Modülü (GPa)	Poisson oranı	Kopma Gerilmesi (Mpa)	Akma Gerilmesi (Mpa)
Ti6Al4V	4450	114	0.33	1170	1100

Montaj yapılacak plak david sls marka cihazıyla önce stl görüntülerini alındı ve daha sonra CAD modeli oluşturuldu. Bilgisayar ortamında oluşturulan plak modellini kırık hatının 5 adet üstüne 4 adet altına olmak üzere 9 adet kilitli ve kilitsiz vidalarla femura montajı yapıldı. (şekil 1).



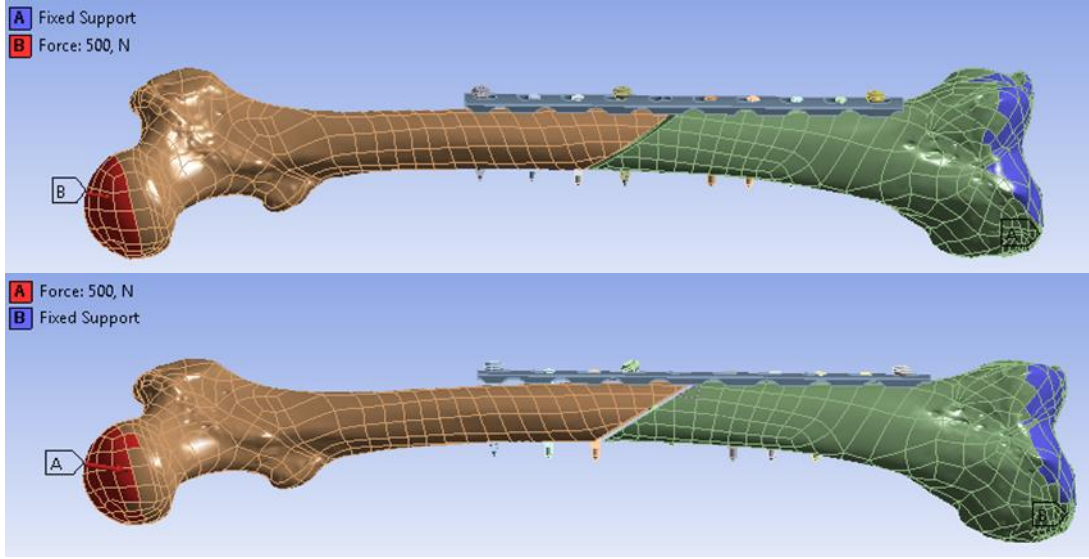
Şekil 1. Kemik plak ve vidaların modeli

Ti6Al4V alaşımından yapılmış plak ve kilitli ve kilitsiz vidaların femura montajı yapıldıktan sonra analiz programına yüklenmiştir. Yüklenen model sonlu elemanlar yöntemi ile yapısal analizi gerçekleştirilerek modele uygun bir şekilde bir mesh atıldı. Femur plak ve vidaların mesh modeli gösterilmiştir (şekil 2).



Şekil 2. Femur plak ve vidalar mesh modeli

Analiz için gerekli olan sabitleme ve kuvvet uygulama bölgeleri belirlendi. Femurun proximal ucunda femur başından 1000 N kuvvet uygulandı. Sabitleme bölgesi femurun distal ucunda diz bölgesinden seçildi. Uygulanan kuvvet bölgesi ile sabitlenen bölge gösterilmiştir (şekil 3).



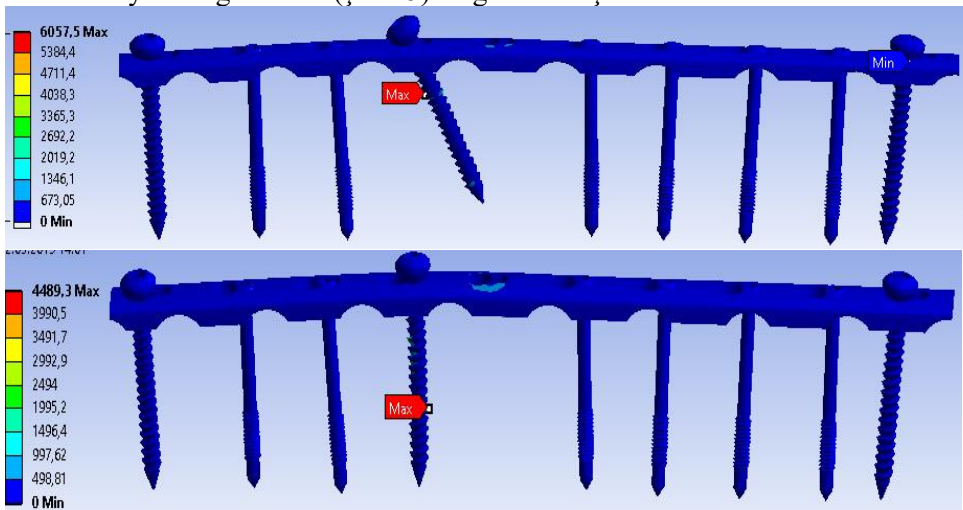
Şekil 3 . Yük ve sınır durumları

Uygulanan statik kuvvet altında modelde meydana gelen Von-mises gerilmeleri total gerilmeleri ve maksimum minimum asal gerilme analiz değerleri elde edilerek modelde oluşan gerilmeler incelenmiştir.

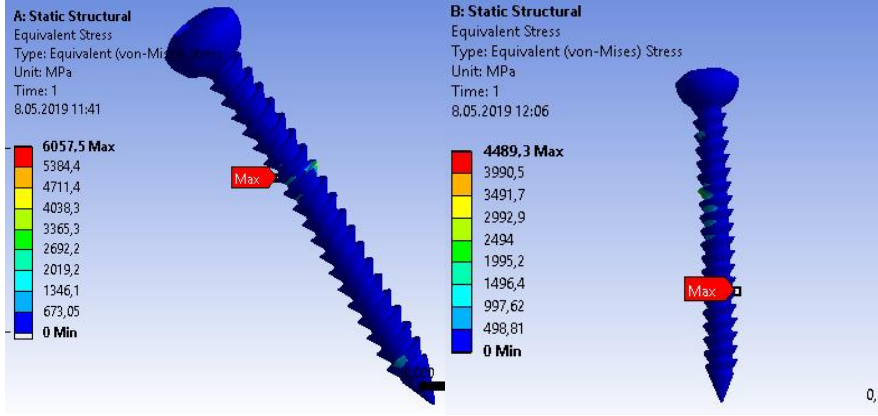
Sonuçlar

Von-Mises ve Kayma gerilmeleri

Analizlerde elde edilen Von-Mises gerilmeleri bu bölümde incelenmiş ve analizlerin sonuçları aşağıda verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde kilitsiz kompresyon vidanın farklı açılarda 60 derecelik açılı oluşturulan kırık yüzeyine dik ve kemik yüzeyine dik gönderilen vidaların gerilmeleri incelenmiştir. Kırık yüzeyine dik gönderilen vidada von-mises gerilmesi 6057.5 Mpa kemik yüzeyine dik vidada 4489.3 Mpa ölçülmüştür (şekil 4). Ayrıca vidaların üzerinde oluşan maksimum gerilmelerin oluştuğu alanların ayrıntılı gösterimi (şekil 5) de gösterilmiştir.

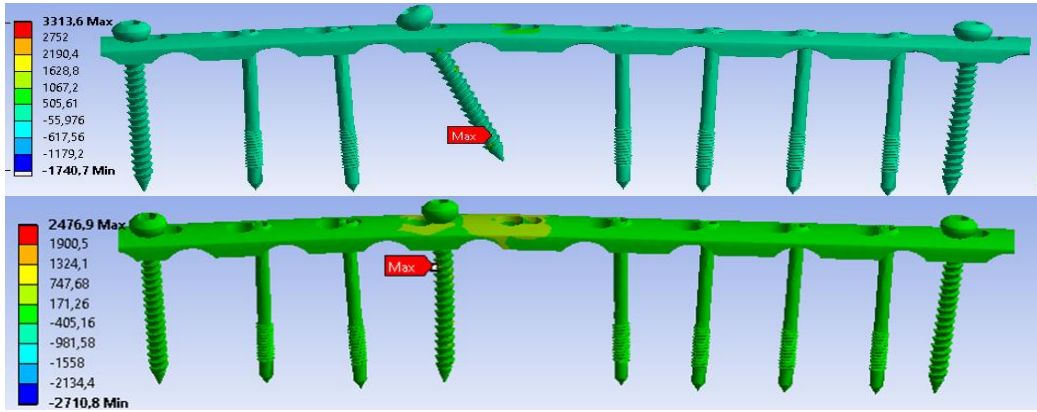


Şekil 4. Von-Mises gerilmeleri



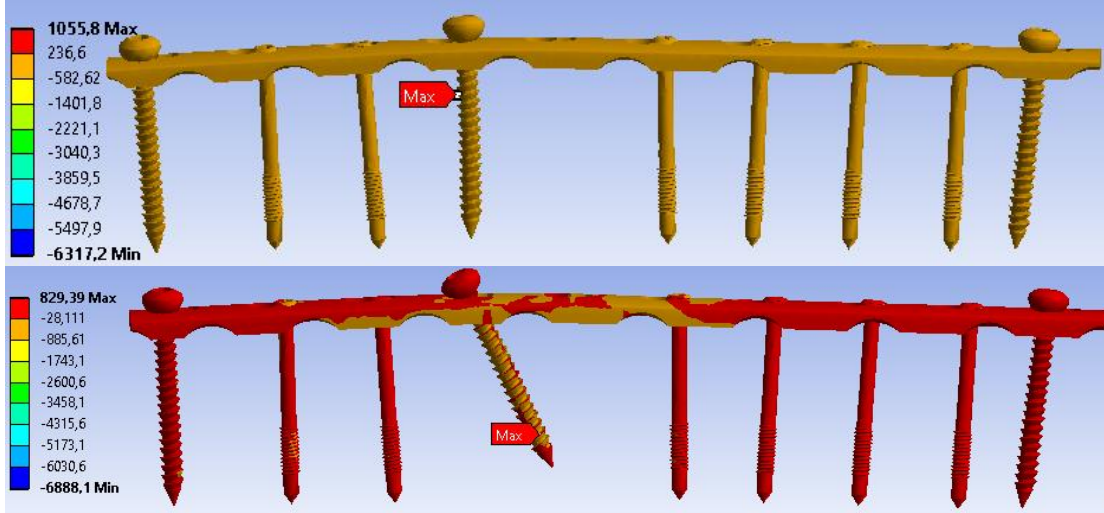
Şekil 5. Vidalar üzerinde oluşan von-mises değerlerinin maksimum olduğu bölge

Kayma gerilmesinin sıfır olduğu düzlemlerdeki en büyük ve en küçük normal gerilmelere asal gerilmeler adı verilir. Bu analizimizde asal gerilmelerin maksimum ve minimum olduğu eşdeğer kuvvetlerin değerleri ölçülmektedir. Görüldüğü üzere maximum asal gerilmeler kırık yüzeyine dik gönderilen vidada asal gerilmesi 3313.6 Mpa kemik yüzeyine dik vidada 2476.9 Mpa ölçülmüştür. Şekil 6' da plak ve vida üzerindeki asal gerilmeler gösterilmiştir.



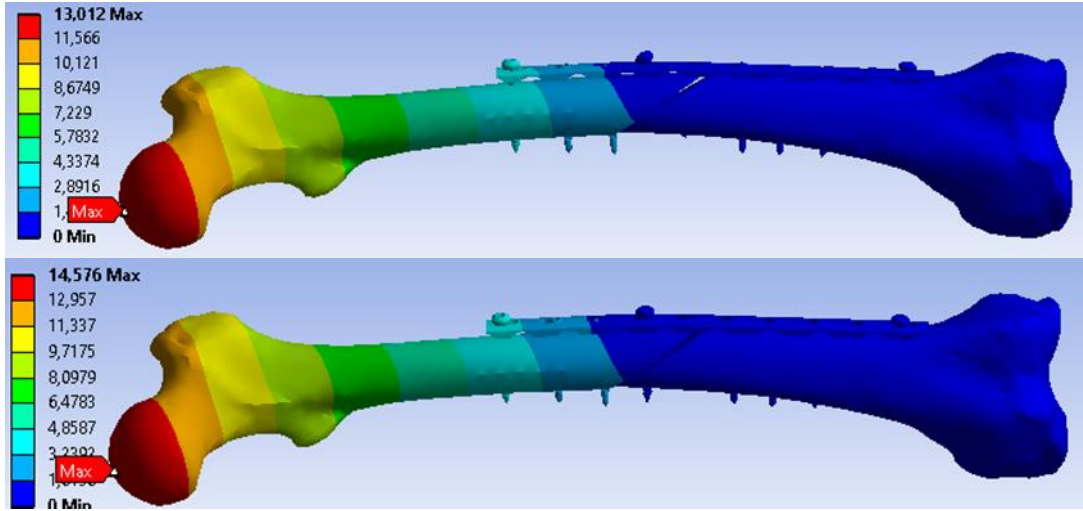
Şekil 6. asal gerilmelerini maksimum olduğu bölgeler.

Minimum asal gerilmeler şekil 7'de verilmiştir. Görüldüğü üzere asal gerilmeler kırık yüzeyine dik gönderilen vidada asal gerilmesi 829.39 Mpa kemik yüzeyine dik vidada 1055.8Mpa ölçülmüştür.



Şekil 7. Minumum asal gerilmelerin dağılımı.

Ayrıca toplam deformasyon incelendiğinde şekil’ 8 de görüldüğü üzere modelde oluşan total deformasyonlar miktarları kırık yüzeyine dik gönderilen vida da deformasyon 13.012 mm kemik yüzeyine dik vida da 14.576 mm ölçülmüştür.



Şekil 8. Toplam deformasyon

Genel Sonuçlar

Görüldüğü üzere plak yetmezliklerini azaltmak için bu bölgenin gerilmelerini azaltmamız gerekmektedir. Bunu yapmanın yolları literatür araştırmalarında görüldüğü gibi malzeme değişikliği ile veya plak modelleme, farklı vida modellerinin tasarlanması gerilmeleri azaltabileceği görülmektedir. Analizimizde farklı vida gönderme şekilleri incelenerek plak yetmezliklerine etkisi ve kırık hattına gönderilen vidalarda değişikliklerin von mises ve asal gerilmelere etkisi gözlemlendi. Gözlemlediğimiz sonuçlara göre vida atımında kırık yüzeyine dik göndermesinin vida üstüne daha fazla yük binmesinden dolayı vida üzerinde von mises ve asal gerilmelerin daha yüksek çıktığı gözlemlendi. Femur kemiğine dik gönderilen kompresyon kilitsiz vida yükü vida ve plak üzerinde yükü daha iyi dağıttığı için daha düşük von mises ve asal gerilmeler sonuçları vermiştir. Kemik kırık hattına doğru vida göndermenin gerilmeleri azaltacağı ile ilgili genel düşüncenin aksine aldığımız sonuçlar bunun yanlış olduğunu göstermektedir. Gelecekte doktorlar ve mühendisler birlikte çalışarak daha verimli vida ve plak montaj şekilleri oluşturmanın mümkün olacağı görülmüştür.

REFERANS

- 1-Szypryt P, Forward D. The use and abuse of locking plates. Orthopaedics and Trauma. 2009 Aug 1;23(4):281-90.
- 2- Augat P, von Rüden C. Evolution of fracture treatment with bone plates. Injury. 2018 Jun 30;49:S2-7.
- 3-Piétu G, Ehlinger M. Minimally invasive internal fixation of distal femur fractures. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. 2017 Feb 1;103(1):S161-9.
- 4- B. Gervais, A. Vadean, M. Raison, and M. Brochu, “Failure analysis of a 316L stainless steel femoral orthopedic implant,” Case Studies in Engineering Failure Analysis, vol. 5-6, pp. 30–38, 2016.
- 5- Egol KA., Kubiak EN., Fulkerson E., Kummer FJ., Koval KJ. Biomechanics of locked plates and screws. J Orthop Trauma. 2004 Sep;18(8):488-93.
- 6- Wagner M. Injury. General principles for the clinical use of the LCP. 2003 Nov;34 Suppl 2:B31-42.
- 7- Sommer C., Babst R., Müller M., Hanson B. Locking Compression Plate Loosening and Plate Breakage: A Report of Four Cases. Journal of Orthopaedic Trauma, (2004). 18, 571-577.
- 8- Sommer, C., Gautier E., Müller M., Helfet DL., Wagner M. First Clinical Results of the Locking Compression Plate (LCP). Injury, 2003, 34, B43-B54.

- 9-Rammohan AV, Afzal S, Lee T. IMPROVING LCP STABILITY THROUGH A DESIGN MODIFICATION: A COMPUTATIONAL INVESTIGATION. *Journal of Biomechanics*. 2012(45):S516.
- 10-Anitha D, Das De S, Sun KK, Doshi HK, Lee T. Improving stability of locking compression plates through a design modification: a computational investigation. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*. 2015 Jan 25;18(2):153-61.
- 11-Chung CY. A simplified application (APP) for the parametric design of screw-plate fixation of bone fractures. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2018 Jan 1;77:642-8.
- 12-Lin CH, Chao CK, Ho YJ, Lin J. Modification of the screw hole structures to improve the fatigue strength of locking plates. *Clinical Biomechanics*. 2018 May 1;54:71-7.
- 13-Tidwell JE, Roush EP, Ondeck CL, Kunselman AR, Reid JS, Lewis GS. The biomechanical cost of variable angle locking screws. *Injury*. 2016 Aug 1;47(8):1624-30.
- 14- Inzana JA, Varga P, Windolf M. Implicit modeling of screw threads for efficient finite element analysis of complex bone-implant systems. *Journal of biomechanics*. 2016 Jun 14;49(9):1836-44
- 15- Märdian S, Schaser KD, Duda GN, Heyland M. Working length of locking plates determines interfragmentary movement in distal femur fractures under physiological loading. *Clinical Biomechanics*. 2015 May 1;30(4):391-6.
- 16-Brand S, Klotz J, Hassel T, Petri M, Ettinger M, Bach FW, Krettek C, Gösling T. Intraprosthesis screw fixation increases primary fixation stability in periprosthetic fractures of the femur—a biomechanical study. *Medical engineering & physics*. 2014 Feb 1;36(2):239-43.
- 17- Chen SH, Chiang MC, Hung CH, Lin SC, Chang HW. Finite element comparison of retrograde intramedullary nailing and locking plate fixation with/without an intramedullary allograft for distal femur fracture following total knee arthroplasty. *The Knee*. 2014 Jan 1;21(1):224-31.
- 18- Wieding J, Souffrant R, Fritsche A, Mittelmeier W, Bader R. Finite element analysis of osteosynthesis screw fixation in the bone stock: an appropriate method for automatic screw modelling. *PloS one*. 2012 Mar 28;7(3):e33776.
- 19- MacLeod AR, Pankaj P, Simpson AH. Does screw–bone interface modelling matter in finite element analyses?. *Journal of biomechanics*. 2012 Jun 1;45(9):1712-6.
- 20- Malekani J, Schmutz B, Gu Y, Schuetz M, Yarlagadda P. Orthopedic bone plates: Evolution in Structure, Implementation technique and biomaterial. *GSTF Journal of Engineering Technology (JET)*. 2017 Nov 7;1(1).

**THE EFFECT OF QUERCETINE ON THE LUNG FATTY ACID COMPONENTS OF
CARBON TETRACHLORIDE (CCl₄) EXPOSED RATS**

H. TURAN AKKOYUN

Siirt University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Basic Sciences, Siirt

ABSTRACT

In this study, the effect of quercetin on lung tissue fatty acid components of rats exposed to carbon tetrachloride (CCl₄) was investigated. In the study, male was 7 in each group wistar albino rats were used. Control (saline), carbontetrachloride, quercetin (25 mg / kg) and carbontetrachloride (CCl₄) + quercetin were divided into four groups and were applied for 3 days. At the end of the application, rats were anesthetized and lung tissue samples were taken. Tissue samples were washed with saline solution and dried and kept in deep freezer (-80°C) until the time of analysis. In this Study; C: 16: 0 (Palmitic acid), C: 18: 0 (Stearic acid), C: 18: 1 (Oleic acid) and C: 18: 2 (linoleic acid) levels were evaluated using GC-MS. Compared to the control group; C: 16: 0 (Palmitic acid), C: 18: 0 (Stearic acid), C: 18: 1 (Oleic acid) fatty acid contents decreased in the group treated with carbon tetrachloride (CCl₄), C: 18: 2 (linoleic acid) content was increased. In the quercetin treated groups, it was found that the fatty acid content was close to the control. Carbontetrachloride (CCl₄) + Quercetin (Q) applied in the group; C:16:0 (Palmitic acid), C:18:0 (Stearic acid), C:18:1 (Oleic acid) fatty acid contents were found to be increased when compared to the carbondetrachloride (CCl₄) group.

As a result, it is thought that application of carbontetrachloride (CCl₄) may have a negative effect on rat lung tissue fatty acid profile and quercetin (Q) application with antioxidant properties may reverse this negative effect.

Keywords: Carbontetrachloride, Fatty Acid, Rat, Quercetin

INTRODUCTION

Carbon tetrachloride (CCl₄) is one of the chemicals that can cause serious toxic effects on the body and is often used to generate experimental damage (1). Carbon tetrachloride (CCl₄), an organic industrial solvent used in industry, is a potent carcinogen that can cause lung, liver, kidney and nervous system dysfunction. Once the gastrointestinal tract is absorbed by the respiratory system and the skin, CCl₄ is metabolized by cytochrome P-450 and forms metabolites with toxicities, trichloromethyl, free radical and trichloromethyl peroxy radical (2). Several studies have shown that CCl₄ causes the formation of free radicals in many tissues such as liver, kidney, heart, lung, brain and blood. The toxicity of CCl₄ probably depends on the formation of the trichloromethyl radical (CCl₃) contained therein. It interacts with it to form more toxic trichloromethyl peroxy radical (CCl₃O₂) in the presence of oxygen (3). Lipid peroxidation induced by free radicals is thought to be harmful to cell membranes and has been found in many pathological conditions (4). Free radicals attack lipid in polyunsaturated fatty acids (PUFAs) and initiate a free radical chain reaction sequence to initiate lipid peroxidation (LPO). It is known that LPO causes membrane breakdown and causes loss of membrane integrity and leakage of microsomal enzymes. The by products of LPO may form protein and DNA additives (5). Quercetin (3,5,7,30,40-pentahydroxyflavone) is one of the most widely distributed flavonoids present in fruits, vegetables and many other dietary sources (6). However, flavonoids act as both antioxidant and proximal depending on concentration and free radical source. This compound is known to provide protection against oxidative stress induced by ultraviolet light (7), spontaneous hypertension (8) and bacterial lipopolysaccharide (9). It also inhibits angiogenesis (10) and carcinogenesis (11).

In this study, the effects of carbontetrachloride and quercetin on the fatty acid composition in rat lung tissue were investigated.

RESEARCH AND RESULTS

Animal Material

A total of 28 adult wistar albino rats weighing 200-300 g were used. The study was carried out with permission from Bingöl University Experimental Research Center (BUHADDEM). The study was divided into 4 groups with 7 groups in each group. Control Group (n: 7): The rats in this group were treated with equal volume of olive oil for 3 days. Carbontetrachloride (CCl₄) Group (n: 7): Rats in this

group were dissolved in olive oil (i.p.) for 3 days and injected with 1 ml / kg body weight CCl₄. Quercetin (Qu) Group III (7): The rats in this group were injected with 25 mg / kg bw / day Qu (i.p.) for 3 days [13]. Carbontetrachloride (CCl₄) + Quercetin Group IV (n: 7): The rats in this group were injected with 1.0 ml / kg body weight CCl₄ and 25 mg / kg bw / day Qu (i.p.) dissolved in olive oil (i.p.) for 3 days.

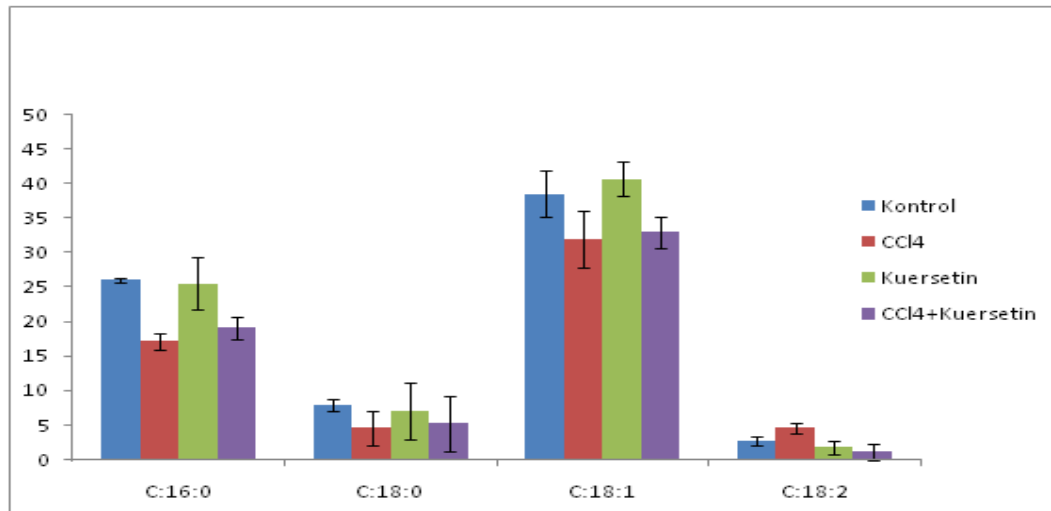
Anesthesia was applied to the experimental animals as 60 mg / kg Ketamine hydrochloride + 10 mg / kg Xylazine hydrochloride. The anesthetic doses were repeated as the animals were awake. At the end of the experiment, lung tissue samples required from anesthetized rats were taken according to ethical rules and were washed with saline and dried and kept in deep freezer (-80°C) until the time of analysis.

Fatty Acid Analysis

Fatty acid analysis (Folch 1957) (14) and GC-MS analysis (Wretensjö 1990) were performed according to the methods determined by (15).

RESULTS

C: 16: 0 (Palmitic acid), C: 18: 0 (Stearic acid), C: 18: 1 (Oleic acid) and C: 18: 2 (linoleic acid) levels were evaluated by GC-MS. Compared to the control group, C: 16: 0 (Palmitic acid), C: 18: 0 (Stearic acid), C: 18: 1 (Oleic acid) fatty acid contents decreased in the group with carbon tetrachloride (CCl₄) and C: 18: 2 (linoleic acid) content was increased. It was determined that fatty acid content was close to control in quercetin treated groups. Carbontetrachloride (CCl₄) + Quercetin (Q) applied in the group according to the group of carbontetrachloride (CCl₄) application; C: 16: 0 (Palmitic acid), C: 18: 0 (Stearic acid), C: 18: 1 (Oleic acid) fatty acid contents were increased.



Fats are one of the most important elements necessary for the human organism. These are not only high energy sources, but also have fat soluble vitamins, they combine with proteins to form lipoproteins and play a role in blood lipid levels are very important (16). Fatty acids in natural oils are generally straight chain derivatives and are classified in two ways: saturated fatty acids and unsaturated fatty acids fatty acids (17). Fatty acids are important substrates for most mammalian tissues. Based on their hydrophobic structures, fatty acids are taken up by cells by passive diffusion along the plasma membrane. However, it has also been shown that fatty acids pass through protein-mediated mechanism (18). It is stated that the excess of saturated fatty acids increases blood fat content and LDL cholesterol level, and increases the tendency to diabetes. Although the effects of unsaturated fatty acids on LDL cholesterol are neutral, it has been reported to play a role in improving the risk factors for cardiovascular diseases, which are high-density lipoprotein (HDL cholesterol, good cholesterol) enhancing effect (19). In the study, carbon tetrachloride (CCl₄) was used as a widely used xenobiotic to induce lipid peroxidation and toxicity (20). At the same time, antioxidants, onions, apples, tea found in a large amount of flavonol and red wine, among the most studied flavonoids quercetin was selected. In the study, unsaturated lung acids, such as saturated fatty acids such as C: 16: 0 (Palmitic acid), C: 18: 0 (Stearic acid) and C: 18: 1

(Oleic acid) and C: 18: 2 (linoleic acid) Compounds of fatty acids were evaluated. C: 16: 0 (Palmitic acid), C: 18: 0 (Stearic acid), C: 18: 1 (Oleic acid) fatty acid contents decreased as a result of the application of carbon tetrachloride (CCl₄) (when evaluated according to control) C: 18: 2 (linoleic acid) content was found to be increased. It was determined that C: 16: 0 (Palmitic acid), C: 18: 0 (Stearic acid), C: 18: 1 (Oleic acid) fatty acid levels were increased with Quercetin compared to the group with carbontetrachloride. In the different literature scans, the fatty acid profile in the liver of the rats treated with CCl₄ was examined and the content of C: 18: 0 (Stearic acid) decreased compared to the control, and the content of C: 18: 2 (linoleic acid) increased, C: 16: 0 (Palmitic acid) and C: 18: 1 (Oleic acid) levels were found to be increased compared to the control (20).

Sonuç

As a result; In our study, it was determined that fatty acid levels of rat lung tissue were changed according to the application of carbontetrachloride and quercetin. It was observed that C: 16: 0 (Palmitic acid), C: 18: 0 (Stearic acid), C: 18: 1 (Oleic acid) levels decreased with quercetin application due to carbon tetra chloride application. C: 18: 2 (linoleic acid) content was decreased with carbontetrachloride application.

KAYNAKLAR

- (1).Aslan, A., Boydak, D., Can, M. I., Kuloglu, T. (2015). Nigella sativa improves the carbon tetrachloride-induced lung damage in rats through repression of erk/akt pathway. Bangladesh Journal of Pharmacology, 10(3), 654-659.
- (2). Kurt, A., Tumkaya, L., Yuce, S., Turut, H., Cure, M. C., Sehitoglu, I., Cure, E. (2016). The protective effect of infliximab against carbon tetrachloride-induced acute lung injury. Iranian journal of basic medical sciences, 19(6), 685.
- (3).Ganie, S. A., Haq, E., Hamid, A., Qurishi, Y., Mahmood, Z., Zargar, B. A., Zargar, M. A. (2011). Carbon tetrachloride induced kidney and lung tissue damages and antioxidant activities of the aqueous rhizome extract of Podophyllum hexandrum. BMC complementary and alternative medicine, 11(1), 17.
- (4). Tirkey, N., Pilkhwal, S., Kuhad, A., Chopra, K. (2005). Hesperidin, a citrus bioflavonoid, decreases the oxidative stress produced by carbon tetrachloride in rat liver and kidney. BMC pharmacology, 5(1), 2.
- (5).Sönmez, M., Türk, G., Çeribaşı, S., Ciftci, M., Yüce, A., Güvenç, M., Aksakal, M. (2014). Quercetin attenuates carbon tetrachloride-induced testicular damage in rats. Andrologia, 46(8), 848-858.
- (6). Manach C, Texier O, Morand C, Crespy V, Regeat V, Demigne C, Remesy C.(1999). Comparison of the bioavailability of quercetin and catechin in rats. Free Radic Biol Med 27:1259–1266.
- (7). Erden Inal M, Kahraman A.(2000).The protective effect of flavonol quercetin against ultraviolet A induced oxidative stress in rats. Toxicology 154:21–29.
- (8). Duarte J, Galisteo M, Ocete MA, P´erez-Vizcaino F, Zarzuelo A, Tamargo J.(2001).Effect of chronic quercetin treatment on hepatic oxidative status in spontaneously hypertensive rats. Mol Cell Biochem 221:155–160.
- (9). Wadsworth TL, Koop Dr.(2001). Effects of Gingko biloba extract (Egb 761) and quercetin on lypopolysaccharide-induced release of nitric oxide. Chem Biol Interact 137:43–58.
- (10). Igura K, Ohta T, Kuroda Y, Kaji K.(2001). Resveratrol and quercetin inhibit angiogenesis in vitro. Cancer Lett 171:11–16.
- (11). Yang K, Lamprecht SA, Liu Y, Shinozaki H, Fan K, Leung D, Newmark H, Steele VE, Kelloff GJ, Lipkin M.(2000). Chemoprevention studies of the flavonoids quercetin and rutin in normal and azoxymethane-treated mouse colon. Carcinogenesis 21:1655–1660.
- (12). Makni, M., Chtourou, Y., Garoui, E. M., Boudawara, T.,Fetoui, H. (2012). Carbon tetrachloride-induced nephrotoxicity and DNA damage in rats: protective role of vanillin. Human & experimental toxicology, 31(8), 844-852.
- (13). Yuan, Y., Ma, S., Qi, Y., Wei, X., Cai, H., Dong, L., Guo, Q. (2016). Quercetin inhibited cadmium-induced autophagy in the mouse kidney via inhibition of oxidative stress. Journal of toxicologic pathology. [29, 4, 247-252.](#)

(14)-Folch, J., Lees, M., Stanley, G. H. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497– 509.

(15)-Inger Wretensjö, Lennart Svensson, W.W.(1990). Christie, Gas chromatographic-mass spectrometric identification of the fatty acids in borage oil using the picolinyl ester derivatives, *Journal of Chromatography A*, Volume 21,1,89-97.

16-Kaya, Y., Duyar, H. A., Erdem, M. E. (2004). Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi.

17-Karaca, E., Aytaç, S. (2007). Yağ Bitkilerinde Yağ Asitleri Kompozisyonu Üzerine Etki Eden Faktörler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 123-131.

18-Luiken, J.J., Arumugam, Y., Dyck, D.J., Bell, R.C., Pelsers, M.M., Turcotte, L. P., Bonen, A.(2001). Increased rates of fatty acid uptake and plasmalemmal fatty acid transporters in obese Zucker rats. *Journal of Biological Chemistry*, 276(44), 40567-40573.

19-Çakmakçı, S.,Kahyaoğlu, D. T. (2012). Yağ Asitlerinin Sağlık Ve Beslenme Üzerine Etkileri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 133-137.

20-Jeon, T.I., Hwang, S. G., Park, N. G., Jung, Y. R., Im Shin, S., Choi, S. D., Park, D. K. (2003). Antioxidative effect of chitosan on chronic carbon tetrachloride induced hepatic injury in rats. *Toxicology*, 187(1), 67-73.

**XANTHINE OXIDASE INHIBITORY ACTIVITY OF WATER AND ETHANOL EXTRACTS
OF *CRATAEGUS MEYERI* POJARK LEAVES**

Mahire BAYRAMOĞLU AKKOYUN

Siirt University, Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary, Siirt, Turkey

ABSTRACT

In the present study; In general, we aimed to evaluate the xanthine oxidase enzyme inhibition activity of the leaves of *Crataegus Meyeri* POJARK which are among the most important species of *Crataegus* sp. For this purpose; hawthorn species from around Turkey's Bitlis province of *Crataegus Meyeri* POJARK leaf extract water and ethanol extract was prepared. Xanthine oxidase (XO) enzyme activity from important oxidoreductase enzymes; xanthine oxidase enzyme; Uric acid formation was carried out spectrophotometrically due to the monitoring of absorbance at 293 nm. When the effects of water and ethanol extracts on xanthine oxidase enzyme in different concentrations prepared from *Crataegus Meyeri* POJARK leaves were evaluated, the enzyme was inhibited. *Crataegus Meyeri* POJARK was prepared from the water extract of the xanthine oxidase enzyme inhibition percentage of the concentration 300 µg/mL was calculated as %54.29 ± 2.48 of the determined IC₅₀ value; 225.63 ± 3.37 µg/mL. In addition, the percentage of xanthine oxidase inhibition of ethanol extract prepared from *Crataegus Meyeri* POJARK leaves; The concentration of 300 µg/mL was found to be %66.26 ± 2.11. The xanthine oksidase inhibition activity of ethanol extract was determined as IC₅₀:134.02 ± 1.21 µg/mL. As a result of the study; *Crataegus Meyeri* POJARK leaves of water extract and ethanol extracts were active in the inhibition of xanthine oxidase enzyme, ethanol extracts prepared from leaves, was better than enzyme inhibition was determined by the water extract.

Keywords: *Crataegus Meyeri* POJARK, xanthine oxidase

INTRODUCTION

Medicinal plants have been used for centuries to treat diseases in the world. Due to low toxicity and good treatment performance, the interest in plants has increased. (Ekin et.al., 2017) Considering the increased risk factors in diseases, there was a global tendency to use natural substances found in medicinal plants as therapeutic antioxidants. It has been reported that there is an inverse relationship between the frequency of dietary intake and diseases of antioxidant-rich foods and medicinal plants (Lobo et.al., 2010). All plant species in the genus *Crataegus* are known as hawthorn. It is a thorny shrub or a small tree with bright green leaves, white flowers and bright red berries. Hawthorn (*Crataegus* spp.) is a member of the Rosaceae family. It grows mostly in the temperate regions of East Asia, Europe and East America of the world and has a high number of species (Chang et.al., 2002). Turkey, hawthorn (*Crataegus* spp.) is one of the important genetic centers, and shows a wide range of species growing wild hawthorn (Gundogdu et.al., 2014). The leaves, flowers, both green (unripe) and red (ripe) fruits of Hawthorn (*Crataegus* spp.) have been reported to be used to prepare herbal preparations to treat patients with heart disease (Kirakosyan et.al., 2004). It was also stated that hawthorn (*Crataegus*) genus plays a role in the prevention and treatment of cardiovascular diseases such as hypertension, hyperlipidemia and especially congestive heart failure, hawthorn may cause anti-ischemia/reperfusion injury, anti-arrhythmic, hypolipidemic and hypotensive effects (Chang et.al., 2005). In the present study; The aim of this study was to evaluate the Xanthine Oksidase (XO) (EC.1.1.3.2) inhibitory activity of water and ethanol extracts prepared from the leaves of *Crataegus Meyeri* POJARK which is among the important species of *Crataegus* spp.

RESEARCH AND FINDINGS

Plant material

C. meyeri leaf was collected in the Alacabuk Mountain, Bitlis, Yalınaqac village. A specimen was deposited in the Herbarium of the Department of Botany, Yuzuncu Yil University, Van F 13580.

Preparation water and ethanol extract from leaves *Crataegus Meyeri*

C. meyeri leaf water extract was prepared according to the method used by Nawel (Nawel et.al., 2011). *C. meyeri* leaf ethanol extract was prepared according to the method used by Ekin et al. In order to

prepare the leaf ethanol extract, it was dried into a fine powder at 20 g mill from the *Crataegus Meyeri* leaf sample, which was dried in the shade and added 400 mL of ethanol. After extraction, filtered using Whatman No: 1. The filtrate was evaporated using a rotary evaporator to remove the ethanol. It was then lyophilized and lyophilized at -20 ° C until analysis time(Ekin et.al., 2017).

Xanthine Oxidase Study

Crataegus Meyeri POJARK was prepared from the water and ethanol extracts Xanthine oxidase (XO) (EC.1.1.3.2) enzyme inhibition activity was evaluated based on the Prajda and Weber method(Prajda and Weber, 1975). The measurements were performed spectrophotometrically at a wavelength of 293 nm. % inhibition values were calculated using the following equation.

$$\% \text{ Inhibition: } (1-B/A) \times 100$$

A: (sample $\text{Abs}_{\text{enzyme}}$ – sample $\text{Abs}_{\text{nonenzyme}}$)

B: (control $\text{Abs}_{\text{enzyme}}$ – control $\text{Abs}_{\text{nonenzyme}}$)

FINDINGS

The highest xanthine oxidase enzyme inhibition values of water and ethanol extracts prepared from the leaves of *Crataegus Meyeri* POJARK plant were given in Table 1. IC₅₀ values of water and ethanol extracts are presented in Table 2, respectively.

Table1. Xanthine oxidase inhibitory activity of water and ethanol extract of *Crataegus Meyeri* leaves

Concentration (µg/mL)	<i>C. Meyeri</i> water extract (% inhibition)	<i>C. Meyeri</i> ethanol extract (% inhibition)
5	2.51 ± 0.61	7.12±1.17
10	4.79 ± 0.38	19.24±1.97
20	15.12 ± 0.87	21.02±2.54
50	29.75 ± 7.21	25.47±0.41
100	38.41 ±0.63	42.55± 2.39
150	45.74 ± 3.30	51.14 ± 2.21
200	47.14 ± 0.34	58.07 ± 2.16
250	53.95 ± 2.57	62.32 ±1.96
300	54.29 ± 2.48	66.26 ± 2.11

Table 2. IC₅₀ values for *Crataegus Meyeri* water and ethanol extract

Activity	Extract	IC ₅₀ µg/mL
Xanthine oxidase	<i>Crataegus Meyeri</i> water extract	225.63 ± 3.37
	<i>Crataegus Meyeri</i> ethanol extract	134.02 ± 1.21
	Allopurinol	19.24 ± 4.46

Mammalian xanthine oxidoreductases, which catalyze the last two steps of urate formation, are synthesized in the form of xanthine dehydrogenase (XDH) in the form of dehydrogenase. Oxidation of sulfhydryl residues or proteolysis can easily convert the oxidase into xanthine oxidase(XO)(Enroth et.al., 2000). Xanthine oxidase (XO) is a versatile flavoprotein enzyme, found among species (from bacteria to human) and everywhere in various tissues of mammals(Borges et.al, 2002). Xanthine oxidase is assumed to be an important source of biological free radical formation. The enzyme produces the superoxide radical and is widely applied as a superoxide generating system; however, the enzyme may also produce other forms of reduced oxygen(Kuppusamy and Zweier, 1989). Xanthine oxidase (XO) is an important enzyme that catalyzes the oxidation of oxipurines (hypoxanthine and xanthine) to the uric acid in the purine metabolic pathway. High concentrations of uric acid in the blood lead to the formation of gout, characterized by hyperuricemia and recurrent arthritis attacks (Baltaş et.al., 2016). It has also been suggested that the increase in the amount of uric acid in the serum may be a risk factor for the development of cardiovascular diseases. It is also clearly suggested that there is a relationship between increased uric acid concentrations and mortality in various cases of cardiovascular disease(Dawson,

2006). Allopurinol (XOI) which is the only clinically used xanthine inhibitor, has many side effects such as hypersensitivity syndrome and liver function disorders (Baltaş et.al., 2016). Hawthorn, the species of *Crataegus* has long been used in folk medicine. Hawthorn extract has been used to treat early stages of congestive heart failure, and the extract has been clinically effective in reducing blood pressure and total plasma cholesterol (Zhang et. al., 2001). Extracts prepared from the leaves of the plant phenol and flavanoid and vitamin (A, E, C) content is good, extracts are shown to be highly effective in free radical scavenging (Ekin et. al., 2017). In this study, we investigated the xanthine oxidase enzyme inhibition activity of the extracts of *Crataegus Meyeri* prepared with different solvents. It was also compared with allopurinol used as positive control. *Crataegus Meyeri* POJARK species produced from the leaves of water extract inhibition of the xanthine oxidase enzyme with the highest value of 300 µg / mL concentration of %54.29 ± 2.48 while the IC50 values were determined as 225.63 ± 3.37 µg / mL. The highest inhibition value of ethanol extract at the same concentration was %66.26 ± 2.11 and the IC50 value of ethanol extract was found as 134.02 ± 1.21 µg / mL. *Crataegus Meyeri* POJARK was found to show lower activity of xanthine oxidase inhibition activities of water and ethanol extracts compared to positive control.

RESULTS

Crataegus Meyeri POJARK leaf water and ethanol extracts were determined to have xanthine oxidase enzyme inhibition effect. The ethanol extracts prepared from the leaves of the plant were found to be better than the water extraction in the xanthine oxidase enzyme inhibition. It is considered that the results of the study will serve as a reference for future studies.

REFERENCES

- Baltaş, N., Yılmaz, F., Menteşe, E. (2016). Synthesis, antioxidant, xanthine oxidase and urease inhibitory activities of some chlorine containing benzimidazoles. *Hacettepe J Biol & Chem*, 44(3), 293-305.
- Borges, F., Fernandes, E., Roleira, F. (2002). Progress towards the discovery of xanthine oxidase inhibitors. *Current medicinal chemistry*, 9(2), 195-217.
- Çalışkan, O., Gündüz, K., Serçe, S., Toplu, C., Kamiloğlu, Ö., Şengül, M., & Ercişli, S. (2012). Phytochemical characterization of several hawthorn (*Crataegus* spp.) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Pharmacognosy magazine*, 8(29), 16.
- Chang, Q., Zuo, Z., Harrison, F., Chow, M. S. S. (2002). Hawthorn. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 42(6), 605-612.
- Chang, W. T., Dao, J., & Shao, Z. H. (2005). Hawthorn: potential roles in cardiovascular disease. *The American journal of Chinese medicine*, 33(01), 1-10.
- Dawson, J., Walters, M. (2006). Uric acid and xanthine oxidase: future therapeutic targets in the prevention of cardiovascular disease?. *British journal of clinical pharmacology*, 62(6), 633-644.
- Gundogdu, M., Ozrenk, K., Ercisli, S., Kan, T., Kodad, O., Hegedus, A. (2014). Organic acids, sugars, vitamin C content and some pomological characteristics of eleven hawthorn species (*Crataegus* spp.) from Turkey. *Biological Research*, 47(1), 21.
- Ekin, S., Bayramoglu, M., Goktasoglu, A., Ozgokce, F., Kiziltas, H. (2017). Antioxidant Activity Of Aqueous And Ethanol Extracts Of *Crataegus Meyeri* Pojark Leaves And Contents Of Vitamin, Trace Element. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 62(4), 3661-3667.
- Enroth, C., Eger, B. T., Okamoto, K., Nishino, T., Nishino, T., Pai, E. F. (2000). Crystal structures of bovine milk xanthine dehydrogenase and xanthine oxidase: structure-based mechanism of conversion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(20), 10723-10728.
- Gundogdu, M., Ozrenk, K., Ercisli, S., Kan, T., Kodad, O., Hegedus, A. (2014). Organic acids, sugars, vitamin C content and some pomological characteristics of eleven hawthorn species (*Crataegus* spp.) from Turkey. *Biological Research*, 47(1), 21.
- Kirakosyan, A., Kaufman, P., Warber, S., Zick, S., Aaronson, K., Bolling, S., Chul Chang, S. (2004). Applied environmental stresses to enhance the levels of polyphenolics in leaves of hawthorn plants. *Physiologia plantarum*, 121(2), 182-186.
- Kuppusamy, P., Zweier, J. L. (1989). Characterization of free radical generation by xanthine oxidase. Evidence for hydroxyl radical generation. *Journal of Biological Chemistry*, 264(17), 9880-9884.

- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews*, 4(8), 118.
- Nawel M, Mohamed E, Amine D, Hocine A., Hypoglycaemic effect of *Berberis vulgaris* L. in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Asian Pac. J. Trop. Biome.* 2011;6:468-71.
- Prajda N, Weber G. (1975). Malign transformation-linked imbalance: decreased XO activity in hepatomas. *Febs Lett*, 59:245-249.
- Zhang, Z., Chang, Q., Zhu, M., Huang, Y., Ho, W. K., Chen, Z. Y. (2001). Characterization of antioxidants present in hawthorn fruits. *The Journal of nutritional biochemistry*, 12(3), 144-152.

TEK KATMANLI FREN DİSKİ TERMAL PARAMETRELERİNİN DİSK GEOMETRİSİ İLE DEĞİŞİMİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

FİLİZ ÖZGEN

Doç.Dr., Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

Erman ÇELİK

Arş. Gör., Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

Gürcan KAMACI

Arş.Gör., Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

Muhammet Oğuzhan YILMAZ

Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Disk fren sistemleri, hareket halindeki motorlu taşıtların kinetik enerjisini sönümleyerek aracın beklenen mesafede durmasını sağlayan hayati bir otomotiv sanayii bileşenidir. Disk ve balata arasındaki sürtünme sonucu aracın kinetik enerjisi ısı enerjisine dönüşerek disk oluşturulan malzemenin ısınmasına neden olmakta ve aşırı ısınma halinde istenmeyen termal gerilmelerin oluşmasının yanında diskin frenleme kabiliyeti zayıflamaktadır. Bu nedenle fren disklerinin enerji sönümleme anındaki termal özelliklerinin bilgisayar ortamında sayısal olarak incelenerek daha yüksek performans sağlayacak disk geometrilerinin geliştirilmesi, otomotiv sanayii için önemli bir çalışma konusu haline gelmiştir. Bu çalışmada ticari olarak kullanılmakta olan tek katmanlı bir fren disk ele alınarak sönümleme anındaki enerji dönüşümü Ansys Multiphysics modülü kullanılarak incelenmiş; ardından Ansys Fluent modülü kullanılarak geometrik değişimlerin disk termal parametreleri üzerine olan etkileri sayısal olarak incelenmiştir. Tek katmanlı fren diskinin sıcaklık dağılımı disk kalınlığı ve diske kanatçık eklenmesine bağlı olarak 50, 100 ve 150 km/s seyir hızları için analiz edilerek teorik sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Öncelikle sayısal çalışmaların güvenilirliğinin ve doğrulunun denetlenmesi için mesh doğrulama çalışması yapılmış olup, daha sonrasında elde edilen sayısal veriler teorik sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Bu noktada disk kalınlığı ve diske eklenen kanatçıkların disk termal performansını iyileştirmede birer parametre olabileceği görülmüştür. Bilgisayar destekli sayısal hesaplamalar sonucunda elde edilen sıcaklık dağılımı termal gerilmeleri hesaplamak için referans olarak kullanılmış ve diskin mukavemet açısından sağlıklı çalışma sıcaklık koşulları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: disk fren sistemleri, kanatçık, disk geometrisi, sayısal analiz

NUMERICAL INVESTIGATION OF SINGLE LAYER BRAKE DISC THERMAL PARAMETERS
BY CHANGING THE DISC GEOMETRY

ABSTRACT

Disc brake systems are a vital component of the automotive industry that allows the vehicle to stop at the expected distance by damping the kinetic energy of moving motor vehicles. As a result of the friction between the disc and the liner, the kinetic energy of the vehicle changes to heat energy, causing the brake disc material to heat up, resulting in undesirable thermal stresses as well as the braking ability of the disc in overheating. For this reason, the development of disc geometries which will provide higher performance by examining the thermal properties of the brake discs at the time of the energy dissipation in the computer environment has become an important issue for the automotive industry. In this study, a single layer brake disc which is used commercially is taken and the energy conversion at the time of damping is investigated by using Ansys Multiphysics module. Then, the effects of geometric changes on disc thermal parameters were investigated numerically by using Ansys Fluent module. The temperature distribution of the single layer brake disc was investigated due to the disc thickness and the addition of a fin to the disc and 50, 100 and 150 km/h velocities were analyzed and compared with theoretical results. First of all, the mesh verification study was performed to determine the reliability and accuracy of the numerical studies, and then the numerical data were compared with the theoretical results. As a result, it has been determined that disc thickness and the fins attached to the disc can be a parameter to improve the disc thermal performance. The temperature distribution obtained as a result of

computer aided numerical investigations was used as a reference to calculate thermal stresses and safe working temperature conditions of the disc were determined.

Keywords: Disc Brake Systems, Fin, Disc Geometry, Numerical Analysis

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

F = Kuvvet (N)

k = Isıl İletkenlik Katsayısı, (W/mK)

ρ = Yoğunluk, (kg/m³)

c = Özgül Isı, (J/kgK)

α = Isıl Genleşme Katsayısı, (10⁻⁶/K)

E = Elastisite Modülü (GPa)

ν = Poisson Oranı

v = Hız (m/s)

ω = Açısal Hız (rad/s)

t = Zaman (saniye)

Q = Isı Akısı (W/m²)

q = (2 * Q)

μ = Sürtünme Katsayısı

m = Ağırlık (kg)

γ = Ağırlık merkezi dağılıma katsayısı

D,d = Çap (mm)

g = Yerçekimi İvmesi (9.81m/s²)

P = Basınç (kPa)

P_b = Frenleme Gücü (W)

A = Alan (m², mm²)

1.GİRİŞ

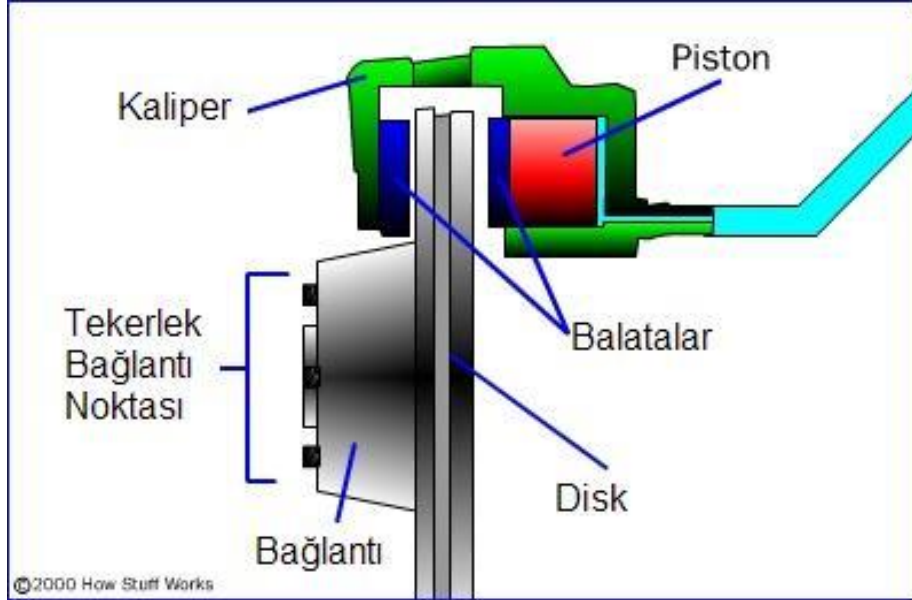
Disk fren sistemleri motorlu taşıtlarda sıklıkla kullanılan bir frenleme sistemidir. Araçlar fren yaptığı esnada fren diskinin her iki yanında bulunan balatalar, kaliper yardımıyla yüksek bir basınç ile diske sürtünecek şekilde bastırılır. Bu sürtünme süresi boyunca araç kinetik enerjisini kaybeder ve yavaşlar. Sürtünme ve buna bağlı olarak yavaşlama boyunca aracın kinetik enerjisi ısı enerjisine dönüştürülür ve aracın hızı azaltılmış olur.

Frenleme işlemi sırasında sürtünme kaynaklı olarak yüksek miktarda ısı enerjisi ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan ısı fren diskinin sıcaklığının değişmesine neden olarak diskin frenleme performansının olumsuz yönde etkilenmesine yol açmaktadır. Bu nedenle fren diski tasarımlarının üretim öncesinde detaylı bir şekilde incelenerek tasarımın geliştirilmesi gerekmektedir. Deneysel yöntemlerin zaman gerektiren maliyetli yapısı nedeni ile; fren diski geliştirilirken frenleme mekanizmasının bilgisayar ortamında analiz edilmesi ürün geliştirme maliyetlerini düşürme ve süreci hızlandırma potansiyeline sahiptir. Abu Bakar ve Huajiang Ouyang [1] çalışmalarında disk fren sistemlerinin sürtünme sonrası oluşan dinamik gerilmeleri incelemiş ortaya çıkan ısının yüksek olduğu görülmüştür. Araçların frenleme yaptığı kısa sürelerde bile fren diskinin çok yüksek sıcaklık değerlerine ulaşması ve özellikle ardı ardına yapılan frenlemelerde diskin soğuk haldeki kadar iyi frenleme yapamaması dolayısıyla araçların fren kabiliyetlerinin azalmasına sebep olmaktadır. Elde edilen bu bulgular dikkate alındığında, disk geometrisindeki değişikliklerin hız parametreleri ile birlikte tek katmanlı fren disklerinde ortaya çıkardığı ısı değişimlerinin incelenmesinin faydalı olacağına karar verilmiştir.

Aracı durduran frenleme kuvveti tekerlek lastiği ile lastiğin üzerinde döndüğü zemin arasındaki bağlantıdan doğar. Frenleme kuvvetine hava direnci, yokuş direnci, sürtünme direnci gibi kuvvetlerin etkisi de vardır. Ayrıca taşıtın sahip olduğu motorun da frenleme gücü bulunmaktadır.

Bir otomobilin en önemli bölümlerinden birisi fren sistemidir. Fren sistemi ne kadar etkiliyse taşıtın da o kadar güvenli olduğunu söylemek mümkündür. Fren pedalına basıldığında sistemdeki hidrolik sıvı fren disklerine bir piston yardımıyla iletilir ve araç disk üzerindeki sürtünme kuvvetinin etkisiyle yavaşlamaya başlar. Araç yavaşlamaya başladığında eylemsizlik prensibine göre kütle hareketini devam ettirmek ister. Bu harekete izin verilmezse aracın ağırlık merkezi öne doğru kayar. Bu yüzden disk frenler genellikle arabanın ön tekerleklerinde kullanılırlar. Ancak son zamanlarda hem ön hem arka frenlerde disk frenler kullanılmaya başlanmıştır.

Disk fren otomobillerde ilk kez 1949 yılında kullanılan ve günümüz otomobillerinde ise sıkça kullanılan bir fren mekanizmasıdır. Otomobillerde fren pedalına basıldığında frenleme sistemi için kullanılan hidrolik sıvı çap değişimine uğrayarak yüksek bir basınçta fren pistonuna nüfuz eder. Fren pistonuna etkiyen bu hidrolik sıvı sayesinde pistonu bağlı bulunan balatalar fren diskini sıkıştırmaya başlar. Sürtünme kuvveti sayesinde fren diskleri yavaşlayarak aracın hızı azaltılmış olur. Frenlemenin çalışma prensibi kinetik enerjiyi yani hareket enerjisini ısı enerjisine çevirerek aracı yavaşlatmaktır. Her frenleme esnasında balatalarda ve diskte ısınmalar ve aşınmalar gözlemlenir.



Şekil 1.1. Balataları sıkıştıran kaliper mekanizması

Disk fren sistemlerinde kaliper yardımı ile balataların arasına konumlandırılan disk yüksek bir sıkma kuvveti ile sıkılmaktadır. Bu sıkma işleminin sonucunda disk ve balatalar arasında sürtünme gerçekleştirilir. Bu sürtünme kuvveti yardımıyla hareket enerjisinin ısı enerjisine dönüştürülmesi ve otomobilin yavaşlayarak durdurulması amaçlanır.

Bu çalışmada diskin ve balataların malzemeleri, literatürde sıkça kullanılan , disk frenlerde sonlu elemanlar analizi Choi ve Lee [2] çalışmalarında, yer alan malzeme özellikleri göz önüne alınarak seçilmiştir. Çalışmanın hesapları ve analizleri yapılacak olan parçaların çizimleri gerçek bir disk fren sisteminin ölçüleri referans alınarak hazırlanmış ve tasarımın katı modellemesi bu ölçüler çerçevesinde şekillenerek analizlerin günümüz şartlarında yeterliliğinin artırılması ve fren diskinin bir frenlemede ulaşacağı maksimum sıcaklığın analizi yapılmış olup; ardından disk geometrisini değiştirdiğimizde frenleme sonrası ulaştığımız maksimum sıcaklığın düşürülmesi amaçlanmıştır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Tek katmanlı fren diskinin termodinamik özellikleri belirlemede kullanılan denklemler aşağıda verilmiştir. Araç frenlerken balatalar ve disk arasındaki etkileşim, aracın dinamikleri dikkate alınarak Ansys Multiphysics programına entegre edilen denklemler şu şekildedir.

Yavaşlama süresi hesabı;

$$v = v_0 + a * t \quad (2.1)$$

Aracın kinetik enerjisi;

$$K.E. = \gamma * k * \frac{m(u-v)^2}{2} \quad (2.2)$$

Frenleme Kuvveti;

$$P_b = \frac{K.E.}{t} \quad (2.3)$$

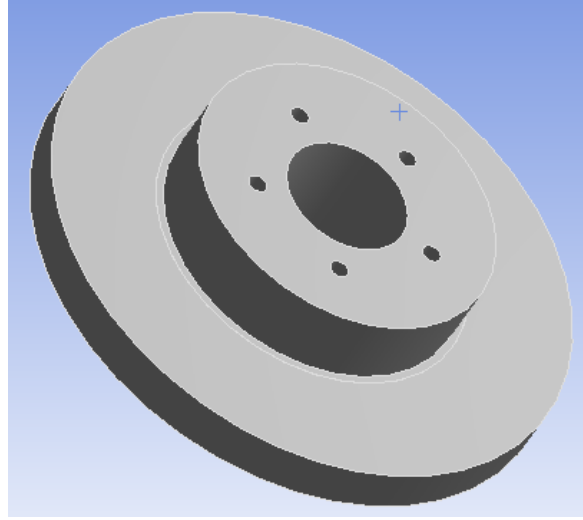
Frenleme boyunca üretilen Isı Akısı (Heat Flux) hesabı;

$$Q = \frac{P_b}{A} \quad (2.4)$$

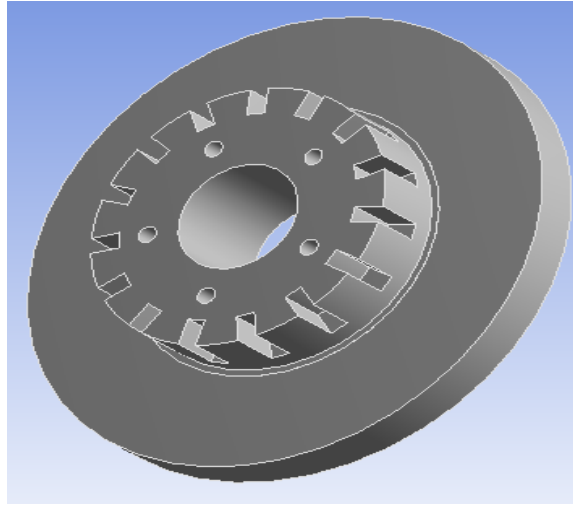
Frenleme Sonrası Maksimum Disk Sıcaklığının Hesaplanması;

$$T_{max} = \frac{0,527*q*\sqrt{t}}{\sqrt{\rho*c*k}} + T_{amb} \quad (2.5)$$

2.1. Diskin Katı Modeli ve Malzeme Özellikleri



Şekil 2.1. Tek katmanlı fren diskinin modeli



Şekil 2.2. Tek katmanlı kanatçıklı fren diskinin modeli

Çalışmada kullanılan tek katmanlı fren diskinin modellerin Solidworks yazılımında oluşturulan çizimleri Şekil 2.1 ve 2.2’ de gösterilmiştir.

Literatürde fren sistemlerinin çalışması ile ilgili bir çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar bize genel anlamda sürtünme yolu ile araç hızının azaltılması işlemi sırasında meydana gelen bir takım gerilmeler, olumsuzluklar ve malzeme kayıpları hakkında bilgi vermektedir.

Bu konudaki çalışmalardan kısaca şu çıkarımlara varılmıştır;

- Balatalarda oluşan gerilmelerin bilgisayar desteğiyle hesaplanabilir.
- Aşınmanın düzgün olması için temas basıncının da düzgün olması gerekir [3].
- Diskin maksimum sıcaklığı tekrarlayan frenleme esnasında yükselir [4].
- Tam bir frenleme ve tekrarlı frenleme altında sıcaklık ve ısıl deformasyon birbirinden farklı olur [5].
- Frenleme anındaki sıcaklığın düşürülmesiyle balatada aşınmalar azalır [6].
- Sıcaklık balata yüzeyinde oluşan gürültü ve titreşimde önemli rol oynar [7].

Bu çalışmadan fren diski ve balatalarda frenleme esnasında oluşan sıcaklık ve gerilme değişimlerinin analizi yapılmıştır. Fren sistemlerinde çok farklı kompozit malzemeler kullanılmakla beraber bir çok fren üreticisi balatalarda kullanılan alaşımın içeriğini gizli tutmaktadır. Literatürde disk fren sistemleri ile ilgi yapılan çalışmalar ve yazılan makalelerde bazı genel malzeme değerleri esas alınmaktadır. Balatalar yapısında yapıtaşlar, bağlayıcılar, yağlayıcılar, abrazyonlar ve yağlayıcılar olmak üzere 5 farklı grup malzemeyi içermektedir.

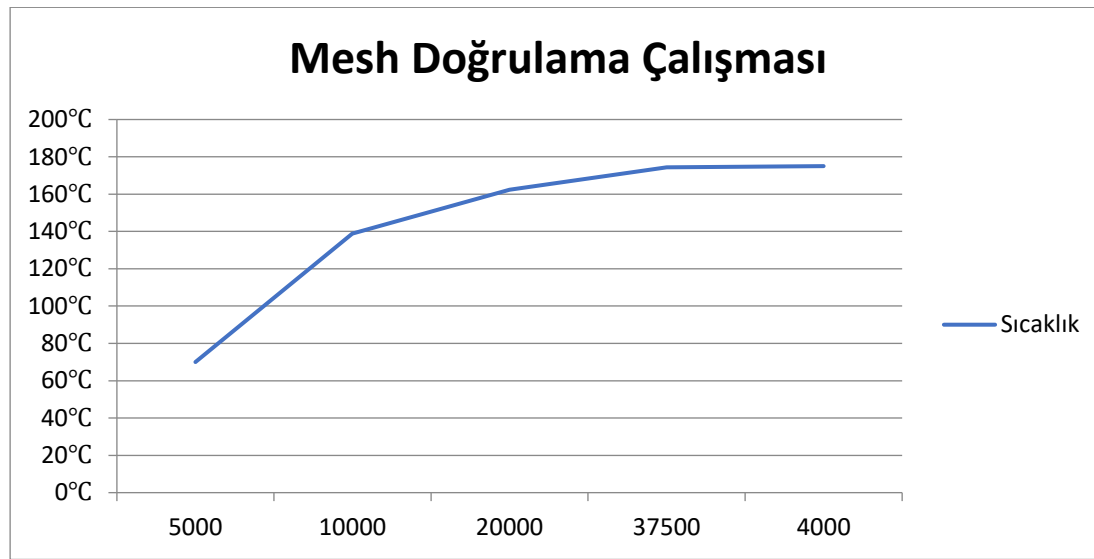
Tablo 2.1. Seçilen Malzemenin Özellikleri [2]

Isıl İletkenlik Katsayısı, $k(W/mK)$	Özgül Isı, $c(J/kgK)$	Yoğunluk, $\rho(kg/m^3)$	Isıl Genleşme Katsayısı, $\alpha(10^{-6}/K)$	Elastisite Modülü, $E(GPa)$	Poisson Oranı, ν
50	1880	1800	0.3	50.2	0.3

Seçilen malzeme özellikleri Tablo 2.1’de verilmiştir. Fren sistemlerinde kullanılan bu kompozit malzemenin, termal analiz için gerek duyulan ısı iletkenlik katsayısı, özgül ısı, yoğunluğu, ısı genleşme katsayısı, elastisite modülü (Young's Module) ve Poisson oranı verilmiştir.

2.2. Ağ yapısı doğrulama

Sayısal analizin güvenilirliği ve doğruluğunun belirlenmesi için mesh doğrulama çalışması yapılmıştır. Mesh doğrulama çalışmasının verileri Şekil 2.3 ve Tablo 2.2’de gösterilmiştir. 37500-40000 mesh arasındaki hata payı %0.32 olarak hesaplanmıştır. Ortaya çıkan hata miktarı kabul edilebilir olduğu için 37500 mesh ile analizlere devam edilmiştir.

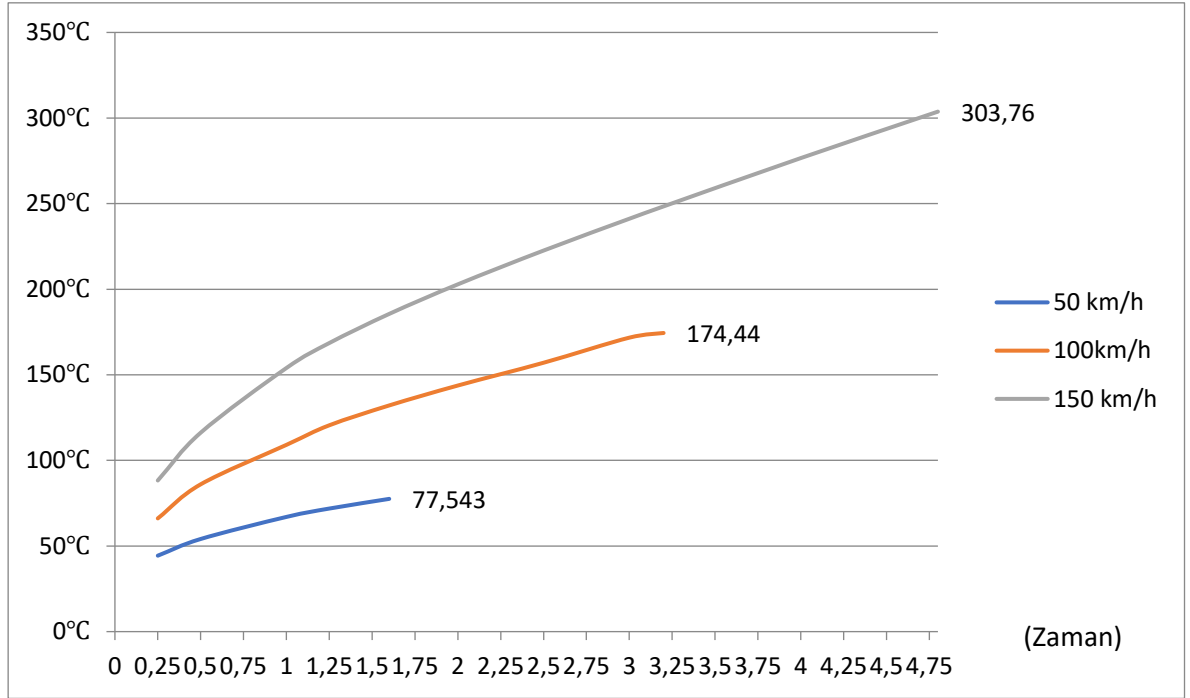


Şekil 2.3 Mesh doğrulama çalışması

Şekil 2.3 de mesh düğüm sayısına bağlı sıcaklık değişimi incelenmiş olup analiz yapılacak mesh sayısı seçilmiştir.

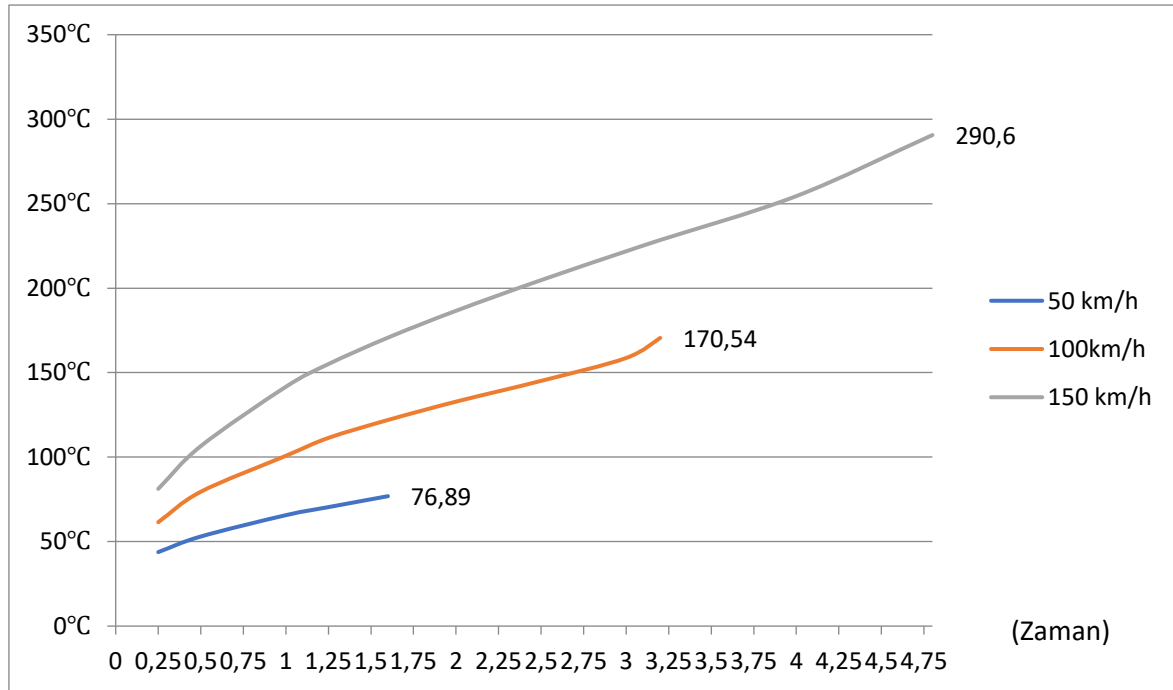
Tablo 2.2. Mesh Doğrulama Çalışması Tablosu

Mesh	Tmax
5000	70°C
10000	138,9°C
20000	162,3°C
37500	174,44°C
40000	175,01°C



Şekil 2.4. Zaman bağımlı maksimum sıcaklık dağılımı tek katmanlı disk

Şekil 2.4' de tek katmanlı fren diskinin 3 farklı parametrede maksimum sıcaklık değerleri görülmüştür. 50 km/s, 100 km/s, 150 km/s hız ile yapılan sayısal çalışmada gözlemlenen maksimum sıcaklık değerleri sırasıyla 77.543 °C, 174.44 °C, 303,76 °C'dir.

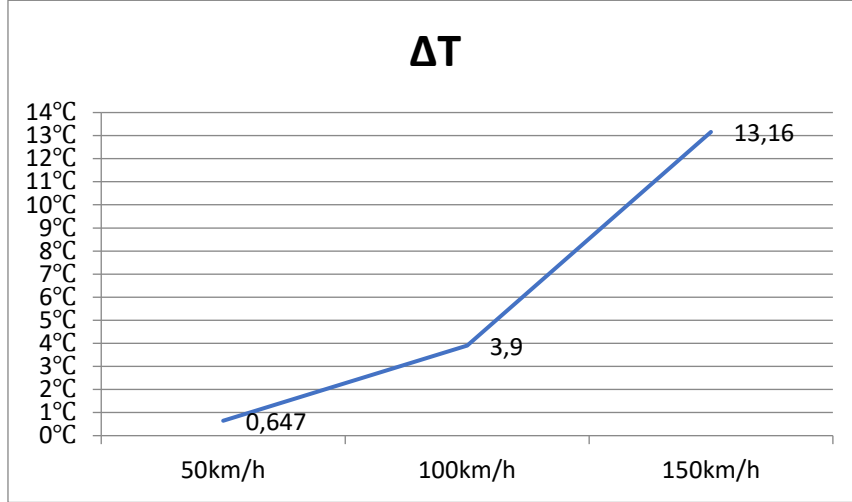


Şekil 2.5. Zamana bağlı maksimum sıcaklık dağılımı tek katmanlı kanatçıklı disk

Şekil 2.5' de geometrisi değişmiş tek katmanlı fren diskimizin yani tek katmanlı fren diskinin kanatçıklı geometrisinin 3 farklı parametrede maksimum sıcaklık değerleri görülmüştür. 50 km/h, 100 km/h, 150

km/h hız ile yapılan sayısal çalışmada gözlemlenen maksimum sıcaklık değerleri sırasıyla 76,89 °C, 170,54°C , 290,6 °C'dir.

Şekil 2.6' da tek katmanlı fren diski ile tek katmanlı kanatçıklı Fren Diskinin maksimum sıcaklık farkları gösterilmiştir Disk geometrisinin değişimi sonucunda 50 km/h, 100 km/h, 150 km/h hızlarda iki farklı disk geometrisi arasında sırasıyla 0,647°C, 3,9°C, 13,16°C sıcaklık farkı gözlenmiştir.



Şekil 2.6. Disk geometrileri arasındaki sıcaklık farkı

4. SONUÇLAR

- ANSYS yazılımında yapılan bu analiz günlük hayatta araçlarımızda sürekli kullandığımız fren sisteminin, en ufak fren sürelerinde dahi ne kadar ısınabileceğini göstermektedir.
- Disk geometrisinin değişimi sonucu hız parametrelerindeki artış yani 50km/h de 0,647°C 100km/h de 3,9°C ve 150km/h de 13,16°C olarak gözlenmiş olup yani kanatçığın etkisinin yüksek hızlarda daha belirgin olduğu gözlenmiştir.
- Bu çalışma kapsamında fren diski geometrisi geliştirilirken maliyetli ve zaman alan deneysel süreçlere gerek kalmadan çok sayıda geometri ile ilgili ANSYS ortamında yapılan analizlerle ön görü sahibi olunabileceği gösterilmiştir.

5. KAYNAKÇA

- [1] Osman, K. O. Ç., & MUTLU, S. T. (2009). Fren Balata Sisteminde Sürtünme Sonucu Oluşan Isı Transferi Ve Termal Gerilme Analizi. *Electronic Journal of Vehicle Technologies (EJVT)*, 1(2), 9-20.
- [2] Choi, J. H., & Lee, I. (2004). Finite element analysis of transient thermoelastic behaviors in disk brakes. *Wear*, 257(1-2), 47-58. "
- [3] Bakar, A. A., Ouyang, H., & Cao, Q. (2003). Interface pressure distributions through structural modifications. *SAE transactions*, 2387-2392. .
- [4] Valvano, T., & Lee, K. (2000). *An analytical method to predict thermal distortion of a brake rotor* (No. 2000-01-0445). SAE Technical Paper.
- [5] . Hwang, J. H., Kim, H. S., Choi, Y., Kim, B. S., & Kang, K. W. (2005). The thermal analysis of brake disc with 3-D coupled analysis. In *Key Engineering Materials* (Vol. 297, pp. 305-310). Trans Tech Publications. .
- [6] . Arpat, S. K. (2001). *Minimization Of The Pad Wear On Both Drum And Disc Brakes By Thermal Analysis* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir).
- [7] Li, L., Ouyang, H., & Abu Baker, A. R. (2008, January). Transient analysis of car disc brake squeal with temperature effects. In *Proceedings of the Automotive Research Conference, Huddersfield, UK*.

SUCUL ORTAMDA ULTRASES UYGULANMASININ *Carassius auratus*'un OKSİDATİF STRES PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

HARIKA EYLÜL ESER DURUEL¹,

¹Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan MYO, Laborant ve Veteriner Sağlık Bölümü, Elbistan, Kahramanmaraş

GÜLLÜ KAYMAK

²Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Göztepe, İstanbul

ŞEYMA KIZILKAYA

²Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Göztepe, İstanbul

NÜZHET CENK SESAL

²Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Göztepe, İstanbul

FIGEN ESİN KAYHAN

²Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Göztepe, İstanbul

ÖZET

Su kirliliği dünyada hızla artmakta olan sorunlardan biridir. Su arıtmada genellikle kimyasal ajanlar kullanılmaktadır. Bilim adamları ikincil kirliliği önlemek adına çevre dostu alternatifler bulmaya çalışmaktadır. Ultrasonik uygulama da bu alternatiflerden biridir. Ultrases, 20 kHz'in üzerinde bir frekansa sahip akustik kaviteasyon prensibine göre çalışan bir sistemdir.

Çalışmamızda, ultrasonik uygulamanın Japon balıklarının (*Carassius auratus*) karaciğer ve solungaç dokularında meydana getirdiği oksidatif hasarların belirlenmesi planlanmıştır. Uygulama öncesi balıklar iki hafta boyunca stok tanklarında aklimize edilmişlerdir. Bu süreçte deklorinize edilmiş çeşme suyu kullanılmış, beslenmeleri de günde iki kez pellet yemle olacak şekilde düzenlenmiştir. Ultrases uygulamasını yapmak üzere bath-tip Ultrasonic marka, 28kHz frekansta, 800W güçteki sonikatör cihaz kullanılmıştır. Uygulama 50 litrelik hacimde 7 gün süreyle, her gün 10 sn. olarak yapılmıştır. Uygulama sonrası diseksiyon işlemleri birinci, dördüncü ve yedinci günlerde gerçekleştirilmiştir. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Karaciğer ve solungaç dokularında meydana gelen oksidatif hasarlar Total protein ve GSH seviyelerinin; AChE ve CAT enzim aktivitelerinin spektrofotometrik ölçümlerine bakarak değerlendirilmiştir.

Sonuçlar kontrole göre değerlendirilmiş olup şu şekildedir: Total protein seviyeleri her iki dokuda da azalmış; GSH seviyesi her iki dokuda da artmış; CAT enzim aktivitesi karaciğer dokusunda artarken, solungaç dokusunda anlamlı bir değişiklik göstermemiş; AChE enzim aktivitesi her iki dokuda da artmıştır. Sonuç olarak, canlıların bulunduğu ortamda yapılan ultrasonik uygulamalar canlı dokusunda hasar yaratmaktadır. Bu yöntemin kullanımı canlıların yaşamadığı ortamlarda gerçekleştirilmelidir.

ANAHTAR KELİMELER: Ultrases, *Carassius auratus*, Oksidatifstres, Karaciğer, Solungaç

THE EFFECTS OF ULTRASOUND APPLICATION ON THE OXIDATIVE STRESS
PARAMETERS OF *Carassius auratus*

ABSTRACT:

Water pollution is one of the fastest growing problems in the world. Generally chemical agents are used in water treatment. Scientists seek to find eco-friendly alternatives to prevent secondary pollution. Ultrasonic application is one of these alternatives. The ultrasound is a system that operates according to the acoustic cavitation principle with a frequency above 20 kHz.

In our study, it was planned to determine the oxidative damage caused by ultrasonic application of liver and gill tissues of Goldfish (*Carassius auratus*). Goldfish were acclimatized in stock tanks for two weeks before the application. Decolorized tap water was used in this process and the nutrition arranged as twice a day with pellet feed. Bath-type Ultrasonic brand, 28kHz frequency and 800W power sonicator was used for the application. Application was as 50L volume, for 7 days, per day 10 sec. After the application, dissection performed on the first, fourth and seventh days. Experiments were performed in

3 replicates. Oxidative damage was evaluated with spectrophotometric measurements in liver and gill tissues with Total protein and GSH levels; AChE and CAT of enzyme activities.

The results were evaluated according to the control and were as follows: Total protein levels were decreased in both tissues; The GSH level increased in both tissues; CAT enzyme activity increased in liver tissue, but did not show a significant change in gill tissue; AChE enzyme activity was increased in both tissues.

As a result, ultrasonic applications in the environment cause damage to living tissue. Therefore this method should be performed in environments where living things do not exist.

KEYWORDS: Ultrasound, *Carassius auratus*, Oxidative stress, Liver, Gill

1. GİRİŞ

Su, gezegenimizin oluşumunda önemli olan bir bileşendir ve tüm yaşamı idame ettirmede önemli bir rol oynar. Sanayileşmenin hızla gelişmesi ve hızlı nüfus artışı temiz su kaynaklarına olan talebi fazlasıyla arttırmıştır ve bu artışla birlikte sucul doğaya ciddi ölçüde zarar verilmektedir (Malato-Rodríguez ve ark., 1996). Sanayide sulama, soğutma; evsel kaynaklı olarak içme gibi çeşitli amaçlarda kullanılan su tatlısu kaynaklarıdır. Canlıların yaşamı için vazgeçilmez olan tatlısu doğada kısıtlı olarak bulunmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Sınırlı olan su kaynaklarının kirletilmeden korunabilmesi canlılığın devamı için gereklidir (Kayhan ve ark., 2015). Temiz su kaynaklarının yetersiz oluşu dünya çapında bir sorun haline gelmiştir (Ni ve ark., 2007). Dünya çapında yaklaşık 4 milyar insanın temiz suya erişiminin mümkün olmadığı ve her yıl milyonlarca insanın sudan kaynaklı hastalıklardan öldüğü tahmin edilmektedir (Malato ve ark. 2009). Bu istatistikî rakamların, sucul ortama aşırı miktarda mikro kirleticilerin ve diğer kirleticilerin deşarj edilmesine bağlı olarak artması beklenmektedir (Wintgens ve diğerleri, 2008; Richardson, 2008; Suarez ve diğerleri, 2008).

Su kaynakları aynı zamanda sucul canlılar için bir yaşam ortamıdır. Sahip olduğu ekolojik özellikleri sayesinde biyolojik çeşitliliği yüksektir (Özen ve Korkmaz 2005; Timoshkin ve ark., 2016). Göller ve akarsular gibi su kaynaklarının çevreleri yerleşik yaşama geçilen zamandan beri tarım için elverişli yerler olmuştur. Fakat göllerde akıntının olmaması ve sürekli olarak atık maddelerin doğal ve insan yoluyla birikmesiyle birlikte çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunlardan biri de azot ve fosfor artışına paralel olarak meydana gelen alg patlamalarıdır. Bu patlamaların sonucunda gölde ötrofikasyon meydana gelmekte, ortam anaerobikleşmekte ve ortamdaki canlılar bu durumdan olumsuz olarak etkilenmektedir.

Temiz su sıkıntısının artışı önlemek ve su arıtımını düşük maliyetli-yüksek verimli bir şekilde sağlayabilmek için pek çok araştırma yapılmaktadır. Sucul ortamda doğal veya antropojenik olarak meydana gelen kirliliğin ortadan kaldırılması amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler yıllar geçtikçe teknolojiyle birlikte doğaya daha az zarar verecek şekilde geliştirilmiştir. Geleneksel arıtma yöntemleri olarak; ön arıtma, koagülasyon, yüzdürme, nötralizasyon, filtrasyon, dezenfeksiyon, kimyasal madde ilavesi kullanılmaktaydı. İleri su arıtma teknolojileriyle birlikte; adsorbsiyon, iyon değiştirme, ozonlama, ters ozmos, ultraviyole ışığı ve ultrases kullanılmaya başlanmıştır.

Çalışmamız ileri su arıtma tekniklerinden biri olan ultrases yönteminin sucul canlılara vereceği olası zararlar üzerine odaklanmaktadır (Paniwnyk ve ark., 2010; Gonzalez-Garcia ve ark., 2010).

Ultrases uygulaması akustik kavitasyon prensibinden dolayı tercih edilmektedir (Price, 1992). Kavitasyon prensibi kısaca; mikroskobik baloncukların büyümesi ile meydana gelen basınç değişikliği ve ses dalgalarının sıvı içinde yoğunluğunu azaltması şeklinde tanımlanabilir (Rivas ve ark, 2010; Pollet, 2014; Merouani ve ark., 2015a). Kavitasyon, titreşimli kabarcıkları çevreleyen sıvıda dönen akımla ve yakındaki hücreler üzerinde bir bükülme ve dönme hareketi gösterip dönen akımı ayarlar. Titreşimli gaz kabarcıklarının çevresindeki hücre içi organeller de dönme kuvvetine ve stresine maruz kalırlar. Bu mikroskobik sıvı hareketine mikroakış denir. Mikroakışta düşük ve yüksek akustik basınç döngüleri oluşur çünkü titreşen baloncukların etrafında oluşan kırpma akışıyla gaz baloncukları sırasıyla genişler ve küçülür (Nyborg, 1982). Isı artışını sağlayan ikinci mekanizma ise yayılan sesin sıvının akış yönündeki ses dalgalarının hızla yayılmasını sağlayan akustik akışla ilgilidir (Starritt, 1989). Utrasesin ısı saçılmasının uygulanmasıyla, suda oluşturduğu akustik kavitasyon nedeniyle çok sayıda mekanik,

akustik, kimyasal ve biyolojik değişimler meydana gelir (Laborde, 1998; Guzman ve ark., 2003; Chua ve ark., 2010; Uemura ve ark., 2015).

Richards ve Loomis kaviteyi prensibini ilk kez, suyu gazlarına ayırtmak ve kimyasal reaksiyonları hızlandırmak için kullanmışlardır (Richards ve Loomis, 1927). Ultrases o yıllardan sonra sonar algılama ve görüntüleme özelliklerinin haricinde hücre bozulması, kristalleşme, atomizasyon, gaz giderme, polimerizasyon, emülsiyonlaştırma, nanoteknoloji, atık su arıtma, kimyasal reaksiyonlar, gıda koruma, temizleme gibi birçok uygulamada da kullanılmaktadır (Thompson ve Doraiswami, 1999).

Ultrases literatürde pek çok farklı temizleme yöntemiyle birlikte de denenmiştir. Bunlar; ozon (Lesko ve ark., 2006), hidrojen peroksit, fenton reaktifi (Namkung ve ark., 2008), fotokatalistler (Chen ve Smirniotis, 2002) ve enzimler (Entezari ve Petrier, 2005) ile birlikte olan uygulamalardır. Ultrasonik atık su arıtımının bu tür hibrit tekniklerle yoğunlaştırılmasının, atık su arıtmanın maliyetini azaltmaya yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Doğal ortamlarda kullanılmaya başlanması ortamda yaşayan diğer canlı türleri üzerinde meydana gelecek etkilerin düşünülmesine neden olmuştur. Bu sebeple çalışmamızda, ultrasonik uygulamanın Japon balıklarının (*Carassius auratus*) karaciğer ve solungaç dokularında meydana getirdiği oksidatif hasarların belirlenmesi planlanmıştır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. ARAŞTIRMA

Çalışmamızda, ultrasonik uygulamanın Japon balıklarının (*Carassius auratus*) karaciğer ve solungaç dokularında meydana getirdiği oksidatif hasarların belirlenmesi planlanmıştır. Uygulama öncesi balıklar iki hafta boyunca stok tanklarında aklimize edilmişlerdir. Bu süreçte deklorine edilmiş çeşme suyu kullanılmış, beslenmeleri de günde iki kez pellet yemle olacak şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca her iki günde bir deney tankında bulunan suyun % 50'si değiştirilmiştir.

Ultrases uygulamasını yapmak üzere bath-tip Ultrasonic marka, 28kHz frekansta, 800W güçteki sonikatör cihaz kullanılmıştır. Uygulama 50 litrelik hacimde 7 gün süreyle, her gün 10 sn. olarak yapılmıştır. Uygulama sonrası diseksiyon işlemleri birinci, dördüncü ve yedinci günlerde gerçekleştirilmiştir. Japon balıklarından alınan karaciğer ve solungaç dokuları, serum fizyolojik ve cam boncuk yardımıyla dismembranatörde homojenize edilmiştir. Aynı gün içerisinde çalışılacağı zamana kadar +4°C’te bekletilmiştir. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Karaciğer ve solungaç dokularında meydana gelen oksidatif hasarlar Total protein ve GSH seviyelerinin; AChE ve CAT enzim aktivitelerinin spektrofotometrik ölçümlerine bakarak değerlendirilmiştir.

2.1.1. Katalaz (CAT) Enzim Aktivitesi (Aebi, 1974)

CAT aktivitesi, Hugo Aebi tarafından 1981 yılında belirlenen yöntemle göre tespit edildi. Dokuların homojenize edilmesinden sonra elde edilen süpernatantlara H₂O₂ (hidrojen peroksit) ile dilüe edilmiş fosfat tamponu eklendi. Süpernatant ve fosfat tamponu karışımlarının absorbansı, 1 dakika sonra köre karşı 240 nm’de spektrofotometrede okunarak kaydedildi.

2.1.2. Total Protein Seviyesi (Bradford, 1976)

Total protein miktarı, 1976 yılında Marion M. Bradford tarafından belirlenen yöntemle göre tespit edildi. Cam tüp içinde bulunan doku homojenatlarına distile su eklenerek vortekslendi. 15 dakika sonunda Bradford reaktifi eklendi ve spektrofotometrede 595 nm’de köre karşı absorbansları okundu.

2.1.3. İndirgenmiş Glutasyon (GSH) Seviyesi (Beutler, 1975)

1975 yılında Enst Beutler tarafından belirlenen yöntemle göre tespit edildi. Süpernatanta disodyum fosfat (Na₂HPO₄) ve Ellman ayırıcı olarak da bilinen DTNB (5-5’ ditiyobis 1-2nitrobenzoik asit) eklendi ve vortekslendi. Oda sıcaklığında 5 dakika bekletildikten sonra absorbansları köre karşı 412 nm’de okundu.

2.1.4. Asetilkolin Esteraz (AChE) Enzim Aktivitesi (Ellman ve ark., 1961)

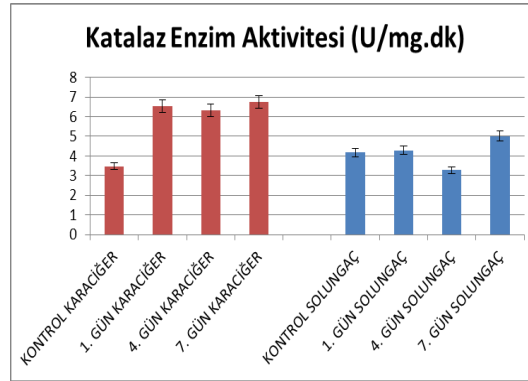
AChE aktivitesi, 1961 yılında George L. Ellman ve ekibi tarafından belirlenen yöntemle göre tespit edildi. Doku homojenatlarına DTNB belirteci eklenerek vortekslendi. Ardından sodyum tamponu eklenerek vortekslendi ve 37°C’de 5 dakika bekletildi. Ardından asetilkolin iyodür ilave edilerek 37°C’de 10 dakika bekletildi. 10 dakika sonunda 412 nm’de absorbansları okundu.

2.2. BULGULAR

Yapılan bu çalışmada ultrasonik uygulamanın Japon balıklarının (*Carassius auratus*) karaciğer ve solungaç dokularında meydana getirdiği oksidatif hasarların belirlenmesi planlanmıştır. Balıklar Kontrol grubu, 1.gün uygulama, 4.gün uygulama ve 7.gün uygulama sırasıyla disekte edilmiştir.

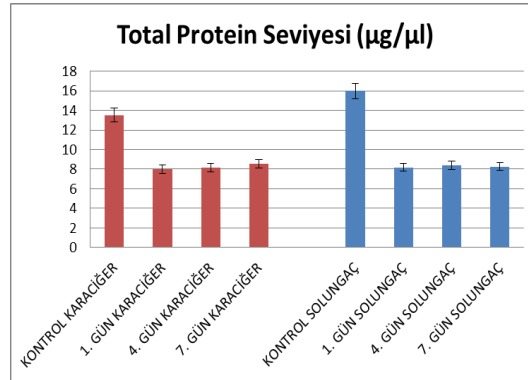
2.1.1. Katalaz (CAT) Enzim Aktivitesi

Balıklarda zararlı etkiler oluşmadan önce belirlenen CAT aktivitesi oksidatif stres için hassas bir biyobelirteçtir. Aebi yöntemine göre ölçümü yapılan katalaz enzim aktivitesi karaciğer dokusunda kontrole göre anlamlı bir artış göstermesine rağmen solungaç dokusunda anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. CAT enzim aktivitesi ortamda bulunan hidrojen peroksitin konsantrasyonuyla doğru orantılı olarak artar. Bu veriler bize solungaç dokusunda anlamlı bir seviyede bulunan oksidatif stres olabileceğini göstermektedir.



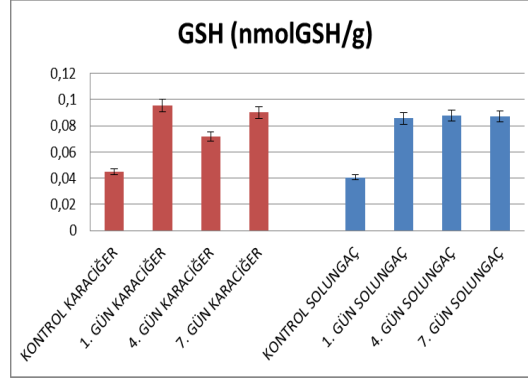
2.1.2. Total Protein Seviyesi

Dokuların protein düzeyleri, protein sentezi ya da yıkımı arasındaki orana bağlıdır. Protein düzeyleri kirleticilerin etkisinde sentezinin azalması ya da yıkımının artmasına bağlı olarak azalabilmektedir. Bradford yöntemine göre ölçümü yapılan total protein seviyesi her iki grupta da kontrole göre azalma göstermiştir.



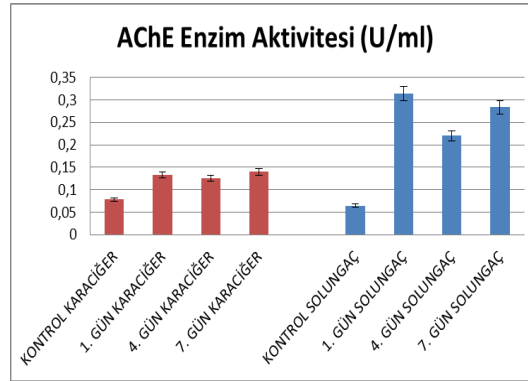
2.1.3. İndirgenmiş Glutatyon (GSH) Seviyesi

Beutler yöntemine göre ölçümü yapılan GSH seviyesi her iki grupta da kontrole göre artış göstermiştir. Bu durum bize özellikle oksidatif hasara karşı glutatyon mekanizmasının devreye girdiğini, dolayısıyla oksidatif stres açısından önemli bir etkiye neden olduğunu göstermiştir.



2.1.4. Asetilkolin Esteraz (AChE) Enzim Aktivitesi

Asetilkolin, nöronlarda kolinasetiltransferaz ile kolin ve asetilesteraz'dan sentezlenir. Yapılan çalışmalar asetilkolinin bireysel nöronların hızını etkilediğini göstermektedir. Asetilkolin, asetilkolinesteraz enzimi ile kolin ve asetik asite hızlıca hidroliz olur. AChE tipik olarak sinir, kas ve bazı kan ile ilgili hücrelerde sentezlenir. Enzim, uyarılabilen dokularda, hem sinir hem de kasların hücre dışında lokalize olmuştur (Taylor ve ark., 2009). Ellman yöntemine göre ölçümü yapılan AChE enzim aktivitesi her iki grupta da kontrole göre artış göstermiştir.



3. SONUÇ

İkincil kirlilik oluşturmaması sebebiyle ultrases su arıtımı konusunda pek çok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Bu araştırmacıların biri olan Adewuyi, ultrasonik prosesler kullanarak bir dizi atık su arıtma çalışmasının sonuçlarını özetlemiştir. Çalışmasında fenol, reaktif boyalar ve diğer birçok tehlikeli bileşik için ultrases ile bozunma oranlarını bildirmiştir (Adewuyi, 2001). Kidak ve İnce ultrasonik işlemler ile fenol yıkımı çalışmaları yapmıştır (Kidak ve İnce, 2006). Beckett ve arkadaşları, ultrasonik kaviteasyon ile fenollerin, klorlu bileşiklerin ve bunların karışımlarının yıkılmasını değerlendirmişlerdir (Beckett ve ark., 2001).

Biz de ön çalışmalarımızda alg patlamaları üzerinde ultrasesin etkinliğini araştırdık. Ultrasesin su arıtımında etkili bir yöntem olduğunu literatüre paralel olarak gözlemledik.

Ancak; deneylerin sonuçlarının değerlendirmesi yapıldığında, sucül canlıların bulunduğu ortamda yapılan ultrasonik uygulamaların canlı dokusunda hasar yaratmakta olduğu gözlemlendi. Bu sebeple ultrases yöntemin kullanımı canlıların yaşamadığı ortamlarda gerçekleştirilmelidir.

4. TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nin FEN-C-YLP-121214-0389 numaralı projesiyle desteklenmiştir.

5. KAYNAKÇA

Adewuyi, Y.G. 2001. Sonochemistry: environmental science and engineering applications, Ind. Eng. Chem. Res. 40: 4681–4715.

Aebi, H. 1974. Catalase Invitro. In: Methods of Enzymatic Analysis, Ed: Bergmeyer HU, 2nd ed, FL, 121-126.

- Beckett, M.A., Schramm, J.D., Zhang, G., Hua, I. 2001. Electrohydraulic cavitation and sonolysis, in: Chang Ho Oh (Ed.), *Hazardous and Radioactive Waste Treatment Technologies Handbook*, CRD Press, LLC, Florida, USA, 59–70.
- Beutler, E. 1975. *Glutathione in Red Cell Metabolism: A Manual of Biochemical Methods*. 2nd ed., Grune and Stratton, NY, 112-114.
- Bradford, M.M. 1976. A Rapid Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analitical Biochemistry*, 72, 248-254.
- Chen, Y.C., Smirniotis, P. 2002. Enhancement of photocatalytic degradation of phenol and chlorophenols by ultrasound, *Ind. Eng. Chem. Res.* 41: 5958– 5965.
- Cheryan, M. (Ed.). 1986. *Ultrafiltration Handbook*, Technomic, Philadelphia, PA, 6: 171.
- Chua, S.Y., Latif, P.A., Ibrahim, S., Rosli, N., Aziz, S. 2010. Effect of Ultrasonic Irradiation on COD and TSS in Raw Rubber Mill Effluent. *Environment Asia*, 3(special issue): 32-35.
- Ellman, G.L., Courtney, K.D., Andes, V., Featherstone, R.M. 1961. A New Rapid Colorimetric Determination of Acetylcholinesterase Activity. *Biochem Pharmacol*, 7, 88-95.
- Entezari, M.H., C. Petrier, A. 2005. Combination of ultrasound and oxidative enzyme: sono-enzyme degradation of phenols in a mixture, *Ultrason. Sonochem.* 12: 283–288.
- González-García, J., Sáez, V., Tudela, I., Díez-García, M.I., Esclapez, M.D., Louisnard, O. 2010. Sonochemical Treatment of Water Polluted by Chlorinated Organocompounds. *Water*, 2, 28-74. doi:10.3390/w2010028
- Guzman, H.R., McNamara, A.J., Nguyen, D.X., Prausnitz, M.R. 2003. Bioeffects Caused by Changes in Acoustic Cavitation Bubble Density and Cell Concentration: A Unified Explanation Based On Cell-To-Bubble Ratio and Blast Radius. *Ultrasound in medicine and biology*, 29(8), 1211-1222.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. 1997. Su Kalitesi. *Çevre Sağlığı Temel Kaynaklar Dizisi*, No:47, Birinci Baskı, Ankara.
- Kayhan, F.E., Kaymak, G., Tartar, Ş., Akbulut, C., Esmer, H.E., Yön Ertuğ, N.D. 2015. Küresel Isınmanın Balıklar ve Deniz Ekosistemleri Üzerine Etkileri, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 31(3), 1-7.
- Kidak, R., Ince, N.H. 2006. Ultrasonic destruction of phenol and substituted phenols: a review of current research, *Ultrason. Sonochem.* 13: 195–199.
- Laborde, J.L. 1998. Acoustic Cavitation Field Prediction at Low and High Frequency Ultrasounds. *Ultrason Sonochem*, 36: 581-587.
- Lesko, T., Colussi, A.J., Hoffmann, M.R. 2006. Sonochemical decomposition of phenol: evidence for a synergistic effect of ozone and ultrasound for the elimination of total organic carbon from water, *Environ. Sci. Technol.* 40 (21): 6818– 6823.
- Malato, S., Ferna'ndez-Iba'nez, P., Maldonado, M.I., Blanco, J., Gernjak, W. 2009. Decontamination and disinfection of water by solar photocatalysis: recent overview and trends. *Catal. Today* 147, 1e59.
- Malato-Rodríguez, S., Richter, C., Gálvez, J.B., Vincent, M. 1996. Photocatalytic degradation of industrial residual waters. *Sol. Energy* 56, 401e410.
- Merouani, S., Ferkous, H., Hamdaoui, O., Rezgui, Y., Guemini, M. 2015 A Method for Predicting the Number of Active Bubbles in Sonochemical Reactors. *Ultrasonics Sonochemistry*, 22, 51–58. doi:10.1016/j.ultsonch.2014.07.015
- Namkung, K.C., Burgess, A.E., Bremner, D.H., Staines, H. 2008. Advanced Fenton processing of aqueous phenol solutions: a continuous system study including sonication effects, *Ultrason. Sonochem.* 15: 171–176.
- Ni, M., Leung, M.K.H., Leung, D.Y.C., Sumathy, K. 2007. A review and recent developments in photocatalytic water-splitting using TiO₂ for hydrogen production. *Renew. Sust. Energy Rev.* 11, 401e425.
- Nyborg, W.L. 1982. Ultrasonic Microstreaming and Related Phenomena. *British Journal of Cancer*, 45, 156-160
- Özen, A.S., Korkmaz, Ö. 2005 Yedigöller (Kütahya) Ekosisteminde Biyolojik Çeşitlilik ve Kirlilik Üzerine Bir Araştırma. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9: 15-26.

Paniwnyk, L., Larpparisudthi, O., Mason, T.J. 2010. Degradation of Water Pollutants Using Ultrasound. Proceedings of 20th International Congress on Acoustics, ICA 2010 23-27 August , Sydney, Australia.

Pollet, B.G. 2014. Let's Not Ignore the Ultrasonic Effects on the Preparation of Fuel Cell Materials. *Electrocatalysis*, 5:330–34. doi:10.1007/s12678-014-0211-4

Price, G.J. 1992. Introduction to sonochemistry, in: G.J. Price Ed. *Current Trends in Sonochemistry*, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1–7.

Richards, W.T., Loomis, A.L. 1927. The chemical effects of high frequency sound waves I: a preliminary survey, *J. Am. Chem. Soc.* 49: 3086–3100.

Richardson, S.D. 2008. Environmental mass spectrometry: emerging contaminants and current issues. *Anal. Chem.* 80, 4373e4402.

Rivas, D.F., Prosperetti, A., Zijlstra, A.G., Lohse, D., Gardeniers, J.G.E. 2010 Efficient Sonochemistry through Microbubbles Generated with Micromachined Surfaces. *Angewandte Chemie International Edition*, 49: 9699 - 9701. doi: 10.1002/anie.201005533.

Starritt, H.C., Duck, F.A., Humphrey, V.F. 1989. An Experimental Investigation of Streaming in Pulsed Diagnostic Ultrasound Beams. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 15(4): 363–373.

Suarez, S., Carballa, M., Omil, F., Lema, J.M. 2008. How are pharmaceutical and personal care products (PPCPs) removed from urban wastewaters? *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 7, 125e138.

Taylor, P., Camp, S., Radić, Z. 2009. *Encyclopedia of Neuroscience* (Squire, L.R., Editor-in-Chief). Academic Press, Elsevier Inc., 5–7.

Thompson, L.H., Doraiswami, L.K. 1999. Sonochemistry: science and engineering, *Ind. Eng. Chem. Res.* 38: 1249–1285.

Timoshkin, O.A., Samsonov, D.P., Yamamuro, M., Moore, M.V., Belykh, O.I., Malnik, V.V., Sakirko, M.V., Shirokaya, A.A., Bondarenko, N.A., Domysheva, V.M., Kochetkov, A.I., Kuzmin, A.V., Lukhnev, A.G., Medvezhonkova, O.V., Nepokrytykh, A.V., Pasyukova, E.M., Poberezhnaya, A.E., Potapskaya, N.V., Rozhkova, N.A., Sheveleva, N.G., Tikhonova, I.V., Timoshkina, E.M., Tomberg, I.V., Volkova, E.A., Zaitseva, E.P., Zvereva, Yu.M., Kupchinsky, A.B., Bukshuk, N.A. 2016. Rapid Ecological Change in The Coastal Zone of Lake Baikal (East Siberia): Is the Site of the World's Greatest Freshwater Biodiversity in Danger?. *Journal of Great Lakes Research*. doi:10.1016/j.jglr.2016.02.011

Uemura, Y., Sasaki, K., Minami, K., Sato, T., Choi, P. K., & Takeuchi, S. 2015. Observation of Cavitation Bubbles and Acoustic Streaming in High Intensity Ultrasound Fields. *Japanese Journal of Applied Physics*, 54(7S1), 07HB05.

Wintgens, T., Salehi, F., Hochstrat, R., Melin, T. 2008. Emerging contaminants and treatment options in water recycling for indirect potable use. *Water Sci. Technol.* 57, 99e107.

HERBİSİT TRIBENURON-METİL'İN ZEBRA BALIĞI (*Danio rerio*)'NİN KAS DOKUSU ÜZERİNE ETKİLERİ

GÜLLÜ KAYMAK

Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Göztepe, İstanbul

HARIKA EYLÜL ESMEER DURUEL

Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan MYO, Laborant ve Veteriner Sağlık Bölümü, Elbistan, Kahramanmaraş

ŞEYMA KIZILKAYA

¹Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Göztepe, İstanbul

SENA KARDELEN DİNÇ

¹Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Göztepe, İstanbul

FIGEN ESİN KAYHAN

Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Göztepe, İstanbul

ÖZET:

Tribenuron-metil (TBM), sülfonilüre herbisit ailesinin bir üyesidir. 1980'lerin ortalarından bu yana yabancı ot kontrolü ve entegre haşere yönetiminde yaygın ve etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan bu kimyasal maddenin sucul ortama sızması ve sucul ortamı tahrip edici bir etkisinin bulunması olasıdır. Zebra balığı (*Danio rerio*), çeşitli biyolojik disiplinlerdeki araştırmalarda, temel gelişimsel biyolojiden, uygulamalı (eko) -toksikolojiye, hem de memelilere yüksek fizyolojik benzerliklerinden ve bakım kolaylığından dolayı değerli bir biyolojik model olarak kabul edilmiştir.

Deney öncesi, zebra balığı iki hafta boyunca deklorinize çeşme suyu kullanılan deney tanklarında aklimize edildi. Bu dönemde balıklar günde iki kez pellet yem ile beslendi. Balık deney grupları kontrol grubu, 25 ppm, 50 ppm ve 100 ppm olarak belirlendi. Her akvaryumda 6 adet balık olacak şekilde 96 saatlik deney süresince tribenuron-metil'e maruz bırakıldı. Deneyler üç tekrarlı olarak gerçekleştirildi. 96 saatlik deney süresinin sonunda kas dokuları disekte edildi, homojenize edildi. Kas dokusunda meydana gelen oksidatif hasarlar, Total protein, GSH ve MDA seviyelerinin; AChE ve CAT enzim aktivitelerinin spektrofotometrik ölçümlerine bakarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 23, One Way Anova ve T-student testleri kullanıldı. P <0,05 değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Sonuçlar kontrole göre değerlendirilmiş olup şu şekildedir: Total protein seviyesi ve CAT enzim aktivitesi tüm dozlarda artmış, MDA seviyesi tüm dozlarda azalmış, AChE enzim aktivitesi 25 ppm ve 50 ppm dozlarında azalırken 100ppm dozunda artmış, GSH seviyesi 25ppm ve 100ppm'de artarken 50ppm dozunda azalmıştır.

Sonuç olarak, sucul ortama karışan tribenuron-metilcanlılarda oksidatif strese neden olmakta ve yaşam standartlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Kas dokusunda meydana gelen hasarlar özellikle beslenme açısından çok büyük risk taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Tribenuron-metil, oksidatif stres, zebra balığı, kas dokusu.

THE EFFECTS OF HERBICIDE TRIBENURON-METHYLON THE MUSCLE TISSUE OF ZEBRAFISH (*Danio rerio*)

Tribenuron-methyl (TBM) is a member of the sulfonylurea herbicide family. Since the mid-1980s, it has been widely and effectively used in weed control and integrated pest management. It is likely that this commonly used chemical substance will leak into the aquatic environment and have a destructive effect on the aquatic environment. The zebrafish (*Danio rerio*) has been recognized as a valuable biological model for research in various biological disciplines, because of its basic developmental biology, practical (eco) –toxicologic researches, and high physiological similarities to mammals.

Before the experiment, zebrafish was acclimated in experimental tanks, declorinized tap water was used in this process and the nutrition arranged as twice a day with pellet feed. Fish experimental groups were determined as control group, 25 ppm, 50 ppm and 100 ppm. Each aquarium was exposed to tribenuron-methyl during the 96-hour experiment with 6 fish. The experiments were performed in three replicates. At the end of the 96-hour experiment period, muscle tissues were dissected and homogenized. Oxidative damage in muscle tissue, Total protein, GSH and MDA levels; AChE and CAT were evaluated with spectrophotometric measurements of enzyme activities. For statistical analysis, IBM SPSS Statistics 23, One Way Anova and T-student tests were used. A p value of <0.05 was considered statistically significant.

The results were evaluated according to the control: Total protein level and CAT enzyme activity increased in all doses, MDA level decreased in all doses, AChE enzyme activity decreased in 25ppm and 50 ppm doses, increased in 100ppm dose, GSH level decreased in 25ppm and 100ppm and decreased in 50ppm dose.

As a result, the tribenuron-methyl which would seep into aquatic environment causes oxidative stress and adversely affects the life standards. Damage in the muscle tissue, particularly carry high risks.

Keyword: Tribenuron-methyl, oxidative stress, zebrafish, muscle tissue.

1. GİRİŞ

Artan çevre kirliliği, endüstriyel ve tarım teknolojilerinden kaynaklanan kirlilik, tüm dünyada artan bir endişeye neden olmaktadır. Dünyada, tonlarca pestisit tarımda istenmeyen organizmaları kontrol etmek için kullanılmaktadır. Pestisitler; mikroorganizmaları, zararlı otları, hayvanları vb. organizmaları öldüren veya üremelerini durduran, çok yaygın kullanımları uzantısında çevrede her zaman bulunan kimyasal maddelerdir. Tarım Devrimi ile birlikte 19. yüzyılda kullanılmaya başlanan pestisitlerin kullanımı İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra iyice yaygınlaşmıştır (Richardson, 1998; Arman, 2018).

Tarımda sağladıkları faydaların yanında bu kimyasallar; suda çözünürlük, buhar basıncı gibi fiziko-kimyasal özellikleri nedeniyle çevreye salınmaktadır. Kabul edilebilir limitlerin üzerinde olduğunda da insan ve hayvan sağlığını tehdit edebilir duruma gelmekte ve ciddi sağlık problemlerine neden olmaktadır. Pestisitlerin bir grubu olan herbisitlerin kalıntıları sadece üretilen bitkisel ürünlerde değil aynı zamanda toprakta bulunduğu da birçok soruna neden olabilmektedir. Toprakta hareketli olan herbisitler kolaylıkla yıkanarak ve su kaynaklarına ulaşarak bulundukları alandan çok daha uzak mesafelere taşınabilmekte ve o alanları da kalıntıları veya dönüşüm ürünleri ile kontamine etmektedirler. Bu şekilde hedef olmayan sucul organizmalar da bu kalıntılardan etkilenmektedir.

Pestisitlerin reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşmasına, antioksidan enzimlerin etkisizleşmesine ve serbest radikal temizleyicilerin azalmasına ile karakterize edilen oksidatif stresin oluşmasına neden olduğu bilinmektedir. Oksidatif stres, vücutta serbest radikallerin ve oksidanların aşırı üretiminin eşlik ettiği homeostasiyi bozan bir dengesizlik durumudur. Oksidanlar ve antioksidanlar arasındaki bu dengesizlik; proteinlerin, lipidlerin ve DNA'nın zarar görmesine neden olarak hücrelerdeki fizyolojik fonksiyonların bozulmasına ve hücre ölümüne neden olmaktadır (Zaidun ve ark., 2018). Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx), hücreyi oksidatif hasardan koruyan önemli endojen antioksidan enzimlerdir. Balıklarda reaktif oksijen türlerinin (ROT) üretimi yoluyla oksidatif stresin indüklenmesinden sucul kimyasal maruziyet sorumlu tutulabilmektedir (Jin ve ark., 2010). Toksik kimyasal kirleticilere maruz kalma, endojen ve eksojen ROT arasında bir dengesizlik üretebilmekte, sonrasında antioksidan savunmasının zayıflamasına neden olabilmekte veya organizmalarda doğrudan oksidatif hasara neden olabilmektedir (Valavanidis ve ark. 2006).

Tarımda yaygın olarak kullanılan herbisitlerden biri olan tribenuron-metil (IUPAC adı: methyl 2-[[[4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-yl)-methylcarbonyl] sulfamoyl] benzoate), ilk kez 1989 yılında ruhsatlandırılmış sülfonilüre grubu sistemik etkili bir herbisittir. Tahılda (arpa, yem mısırı, yulaf, pirinç, süpürge darısı ve buğday), yağlık tohumlu bitkilerde (kanola, keten ve ayçiçeği), soya fasulyesi ve pamukta geniş yapraklı yabancı ot mücadelesi için kullanılmaktadır. Etki mekanizması valin, lösin ve izolösin gibi aminoasitlerin sentezinde ilk basamağı katalizleyen asetolaktat sentetaz enziminin inhibisyonudur (U.S EPA, 2011).

Bu çalışmada farklı subletal dozlarda 96 saat süreyle tribenuron-metil uygulamasının zebra balığı kas dokusu üzerinde neden olduğu sitotoksik etkiler biyokimyasal yöntemlerle incelenmiştir. Optimum koşullarda yetiştirilen zebra balıklarına 96 saat süre ile tribenuron-metil'in 25 ppm, 50 ppm ve 100 ppm olarak belirlenen farklı subletal dozları uygulanmış ve daha sonra balıklar disekte edilerek kas dokusu alınmıştır. Hazırlanan doku homojenatında total protein, GSH, MDA seviyelerinin; AChE ve CAT enzimlerinin aktiveleri spektrofotometrik ölçümlerle değerlendirilmiştir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. ARAŞTIRMA

2.1.1. Balık Bakımı

Deney düzeneği, kontrol grubu da dahil olmak üzere 4 deney tankı olarak belirlendi. Deney öncesi, zebra balıkları iki hafta boyunca deklorinize çeşme suyu kullanılan deney tanklarında laboratuvar ortamına adapte edildi. Bu dönemde balıklar günde iki kez ticari olarak elde edilen pellet yemler ile beslendi. Ayrıca her 2 günde bir deney tankında bulunan suyun % 50'si değiştirildi. Balıklar, testler sırasında dışkı karışmasını önlemek için testten 24 saat önce aç bırakıldı.

Deney grupları, her deney tankında 6 adet balık olacak şekilde kontrol grubu, 25 ppm, 50 ppm ve 100 ppm olarak belirlendi. Kontrol grubunun yanında bu üç deney tankı 96 saatlik deney süresince tribenuron-metil'e maruz bırakıldı. Deneyler üç tekrarlı olarak gerçekleştirildi.

2.1.2. Biyokimyasal Analizler

Zebra balıklarından alınan kas dokusu örnekleri, serum fizyolojik ve cam boncuk yardımıyla dismembranatörde homojenize edildi. Aynı gün içerisinde çalışılacağı zamana kadar +4°C'te bekletildi.

2.1.2.1. Katalaz (CAT) Enzim Aktivitesi

CAT aktivitesi, Hugo Aebi tarafından 1981 yılında belirlenen yöntemle göre tespit edildi. Dokuların homojenize edilmesinden sonra elde edilen süpernatantlara H₂O₂ (hidrojen peroksit) ile dilüe edilmiş fosfat tamponu eklendi. Süpernatant ve fosfat tamponu karışımlarının absorbansı, 1 dakika sonra köre karşı 240 nm'de spektrofotometrede okunarak kaydedildi.

2.1.2.2. Total Protein Düzeyi

Total protein miktarı, 1976 yılında Marion M. Bradford tarafından belirlenen yöntemle göre tespit edildi. Cam tüp içinde bulunan doku homojenatlarına distile su eklenerek vortekslendi. 15 dakika sonunda Bradford reaktifi eklendi ve spektrofotometrede 595 nm'de köre karşı absorbansları okundu.

2.1.2.3. İndirgenmiş Glutasyon (GSH) Düzeyi

1975 yılında Enst Beutler tarafından belirlenen yöntemle göre tespit edildi. Süpernatanta disodyum fosfat (Na₂HPO₄) ve Ellman ayırıcı olarak da bilinen DTNB (5-5' ditiyobis 1-2nitrobenzoik asit) eklendi ve vortekslendi. Oda sıcaklığında 5 dakika bekletildikten sonra absorbansları köre karşı 412 nm'de okundu.

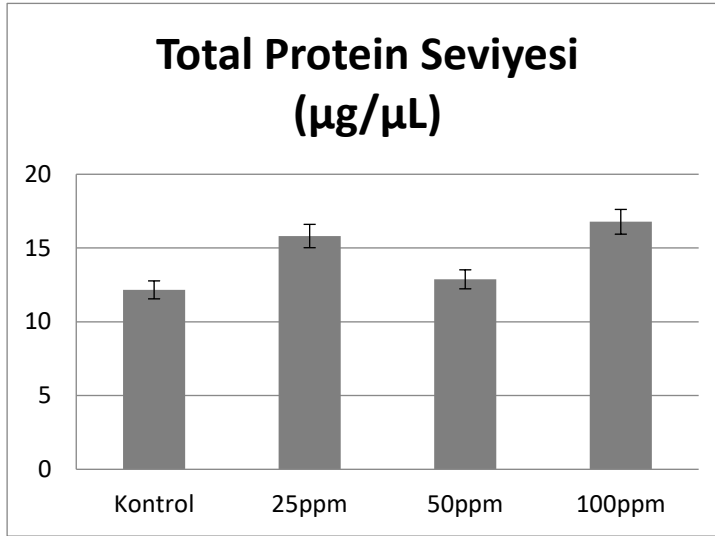
2.1.2.4. Malondialdehit (MDA) Tayini

MDA düzeyi, A. Ledwozyw ve ekibin tarafından 1986 yılında belirlenen yöntemle göre tespit edildi. Doku homojenatlarına TCA (tiyoklorasetik asit) eklendi ve vortekslenerek 15 dakika bekletildi. Ardından TBA(tiyobarbitürik asit) eklendi ve vortekslenerek 30 dakika boyunca kaynar su banyosunda inkübe edildi. Ardından n-Butanol ilave edildi ve vortekslendikten sonra 10 dakika boyunca 3000 rpm'd santrifüj edildi. Santrifüjleme işlemi sonrasında üstte kalan tabaka (butanol fazı) alınarak absorbansları 532 nm'de köre karşı okundu.

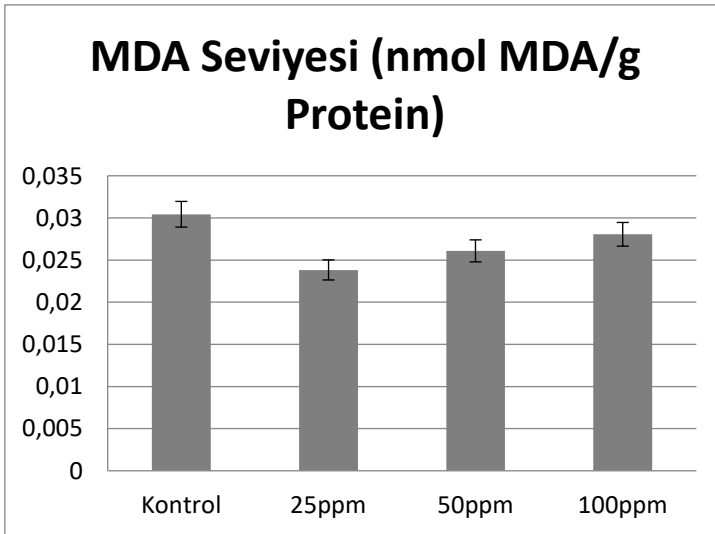
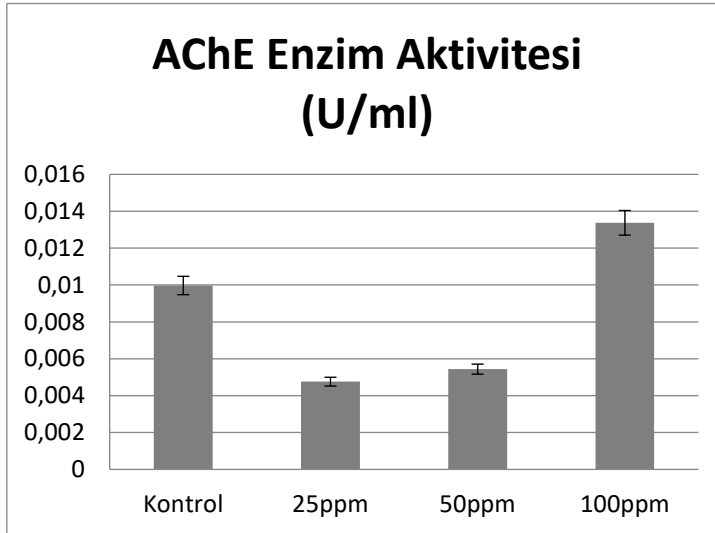
2.1.2.5. Asetilkolin Esteraz (AChE) Enzim Aktivitesi

AChE aktivitesi, 1961 yılında George L. Ellman ve ekibi tarafından belirlenen yöntemle göre tespit edildi. Doku homojenatlarına DTNB belirteci eklenerek vortekslendi. Ardından sodyum tamponu eklenerek vortekslendi ve 37°C'de 5 dakika bekletildi. Ardından asetilkolin iyodür ilave edilerek 37°C'de 10 dakika bekletildi. 10 dakika sonunda 412 nm'de absorbansları okundu.

2.2. BULGULAR



Sekil 1: Total Protein Seviyesi



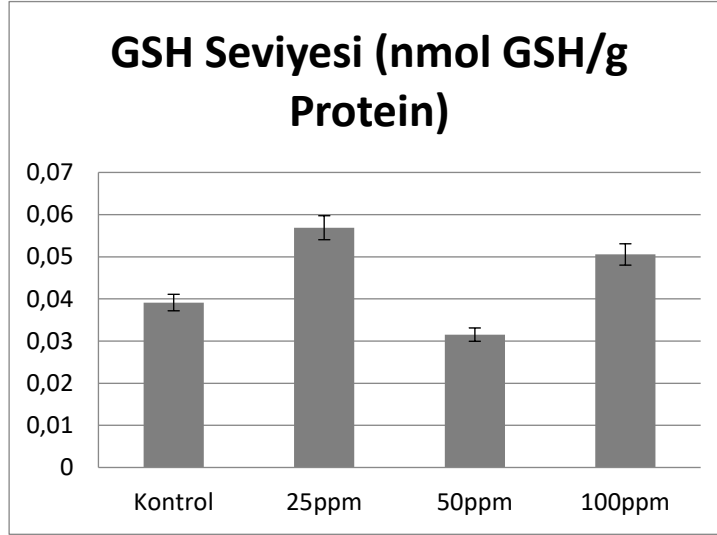
Sekil 3: MDA (Malondialdehit) Seviyesi

Protein canlılığın hayatın devamlılığı için esastır ve en temel bileşendir (Sudhakar ve ark., 2011). Çeşitli balık türlerinde proteinler, büyüme ve farklılaşmaların kontrolü için yapısal bileşikler, biyokatalizörler ve hormonlar kadar önemlidir (Amal ve Naheb, 2012). Balıklardaki protein, doku ve organları oluşturan ana bileşendir. Bunlar diğer azot bileşiklerinin öncüleridir (enzimler, hormonlar, nörotransmitterler, kofaktörler vb.) ve önemli bir enerji kaynağı oluştururlar. Şekil 1’de de görüldüğü üzere, kontrol grubu ile kıyaslandığında her üç dozda da total protein seviyesi yükselmiştir. Ancak 25 ppm ve 50 ppm dozları arasında doğru orantılı bir total protein artışı saptanamamıştır.

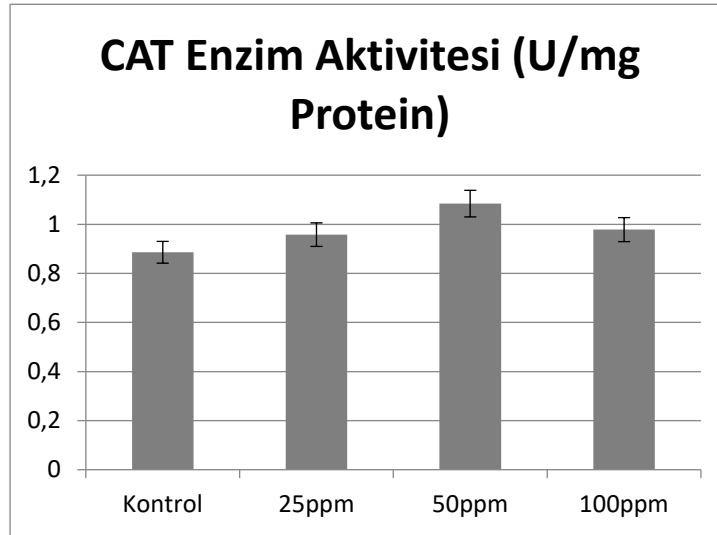
Şekil 2’de görüldüğü üzere, kontrol grubuyla kıyaslandığında 25 ppm ve 50 ppm dozlarında AChE enzim aktivitesinde azalma görülürken, 100 ppm dozu uygulanan kas dokularında ise AChE enzim aktivitesinde artış gözlemlenmiştir. 50 ppm doz uygulanan dokulardaki enzim aktivitesi ise 25 ppm’e göre daha yüksek seyretmiştir.

MDA, lipid peroksidasyonu sonucu oluşan ürünlerden biridir. Oksidatif hasarı belirlemede sıklıkla kullanılır. Şekil 3’te görüldüğü gibi, MDA (malondialdehit) seviyeleri, kontrol grubu ile kıyaslandığında düşük seviyede tespit edilmiştir. 25 ppm, 50 ppm ve 100 ppm olarak artan dozlara paralel olarak MDA (malondialdehit) seviyesi de artış göstermiştir.

Lipit peroksidasyonunun deney sonuçlarımızda olduğu düşük düzeylerde olması oksidatif enzimlerin koruyucu etkilerini ispatlar.



Sekil 4: GSH (İndirgenmiş Glutatvon) Seviyesi



GSH düzeylerindeki artışlar herbisite karşı bir adaptasyon yanıtı olarak ve azalış ise artan oksidatif stres sonucunda meydana gelmiştir. Genel olarak düşük düzeydeki oksidatif stres GSH düzeylerinde artışa; bununla birlikte, şiddetli bir oksidatif stres durumu ise GSH'ın oksidasyonuna bağlı olarak bu tripeptidin düzeylerinde anlamlı azalışlara neden olabileceği rapor edilmiştir (Elia ve ark., 2006).

Şekil 4'te görüldüğü üzere, 25 ve 100 ppm doz uygulanan balıkların kas dokularında GSH seviyesi artarken 50 ppm uygulanan dokularda ise düşüş göstermiştir. 25 ppm ve 100 ppm dozlarından alınan sonuçlarda ise; kendi aralarında doz artışına bağlı olarak GSH düzeyinde düşme görülmüştür.

Oksidatif strese karşı ilk savunma hattı antioksidan enzimlerden sağlanır. Bu enzimlerin aktivitelerindeki herhangi bir azalma hücrelerin redoks durumunu değiştirir. Enzim aktivitesindeki bir artışın, pestisitlere maruz kalan hücrelerin indüklediği ROT'un ortadan kaldırılmasına katkıda bulunduğunu söylemek mümkündür (Ural, 2013). Şekil 5'te görüldüğü üzere, tüm dozlarda balık kas dokusu CAT enzim aktivitesi artış göstermiştir.

3. SONUÇ

Çalışmamızda kontrole göre sonuçları değerlendirdiğimizde uygulanan herbisit Tribenuron-metil'in balıklarda canlılarda oksidatif strese neden olduğunu ve yaşam standartlarını olumsuz yönde etkilediğini görmekteyiz. Kas dokusunda meydana gelen hasarlar özellikle beslenme açısından çok büyük risk taşımaktadır.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nin FEN-A-120917-0536 numaralı projesiyle desteklenmiştir.

5. KAYNAKÇA

- Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. In Methods in enzymology, Academic Press., 105: 121-126.
- Amal, M.Y., Naheb, S.G. 2012. Tribenuron methyl Summary Document Registration Review: Initial Docket International Journal of Environmental Science and Engineering (IJESE), 2012, ISSN, 2156-7549, 2156-7549 Vol.3, 1-10. U.S. Environmental Protection Agency.
- Arman, S. 2018. İki farklı pestisit (Acrolein ve Fonofos) maruziyetinin zebra balığında (*Danio rerio*) kalp gelişimi üzerindeki etkileri, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Beutler, E. 1974. Glutathione in red cell metabolism: A manual of biochemical methods, 2nd ed., Grune and Stratton, NY, 112-114.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical biochemistry, 72(1-2): 248-254.
- Elia, A.C., Galarini, R., Dorr, A.J.M. ve Taticchi, M.I. 2006. Bioaccumulation of heavy metals, organochlorine pesticides, and detoxication biochemical indexes in tissues of *Ictalurus melas* of lake Trasimeno, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 76: 132-139.
- Ellman, G.L., Courtney, K.D., Andres, Jr.V., Featherstone, R.M. 1961. A new rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity, Biochemical pharmacology, 7: 88-90.
- Iwama, K.G. 2004. Stress in Fish, Fish Biol. Fisheries, 8: 35-41.
- Jin, Y.X., Zhang, X.X., Shu, L.J., Chen, L.F., Sun, L.W., Qian, H.F., Liu, W.P., Fu, Z.W. 2010. Oxidative stress response and gene expression with atrazine exposure in adult female zebrafish (*Danio rerio*), Chemosphere, 78: 846-852.
- Ledwozyw, A., Michalak, D., Stepień, A., Kadziolka, A. 1986. The relationship between plasma triglycerides, cholesterol, total lipids and lipid peroxidation products during human atherosclerosis, Clinica Chimica Acta, 155:275-280.
- Livingstone, D.R. 2001. Contaminant reactive oxygen species production and oxidative damage in aquatic organism, Mar. Pollut. Bull., 42:656-662
- Richardson, M. 1998. Pesticides-friend or foe?. Water science and technology, 37(8): 19.
- Sudhakar, M., Raja, K., Anathan, G., Sampathkumar, P. 2011. Asian Journal of Biological Sciences, 4(2): 166- 174, ISSN, 1996-3351/ DOI, 10.3923/ajbs.2011.166.174.
- Ural, M.Ş. 2013. Chlorpyrifos-induced changes in oxidant/ antioxidant status and haematological parameters of *Cyprinus carpio carpio*: ameliorative effect of lycopene, Chemosphere, 90:2059-64. doi: 10.1016/j.chemosphere.2012.12.006
- Valavanidis, A., Vlahogianni, T., Dassenakis, M., Scoullou, M. 2006. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants, Ecotoxicology and environmental safety, 64(2): 178-189.
- Zaidun, N.H., Thent, Z.C., Latiff, A.A. 2018. Combating oxidative stress disorders with citrus flavonoid: Naringenin, Life sciences, 208: 111-122.

**GLUTATYON S-TRANSFERAZ ENZİMİNİN TAVUK YÜREĞİNDEN SAFLAŞTIRILMASI
VE BAZI İLAÇLARIN ENZİM AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YUSUF TEMEL

Department of Solhan Health Services Vocational School, Bingöl, Turkey

MEHMET ÇİFTÇİ

Department of Chemistry, Art and Science Faculty, Bingöl, Turkey

ÖZET:

Glutasyon; glutamik asit, sistein ve glisin amino asitlerinden oluşan bir tripeptiddir. Ökaryotik ve prokaryotik hücrelerin sitozollerinde bol bulunan bu tripeptid hücrede iki hayati görev üstlenmektedir. Birincisi hücreye dışardan giren yada metabolizma sonucu oluşan zehirli metabolitlerin zararsızlaştırılması, ikincisi ikincisi ise indirgenmiş formu (GSH) sayesinde hücrelerdeki sülfhidril grubunun sürekliliğinin sağlanmasıdır.

Bu çalışmada hücre içi glutasyon metabolizmasının önemli enzimlerinden biri olan glutasyon S-transferaz (GST) enzimi tavuk yürek dokularından amonyum sülfat çöktürmesi ve glutasyon agaroz afinite kromatografisi kullanılarak 2,98 EÜ/mg spesifik aktiviteyle % 7,01 verimle 70,95 kat saflaştırıldı. Enzim saflığının kontrolü SDS-PAGE metodu ile yapıldı. Daha sonra tavuk yürek dokularından saflaştırılan GST enzim aktivitesi üzerine gentamisin, ampisid ve klindamisin ilaçlarının etkileri araştırıldı. Bu çalışmanın sonuçları; gentamisin ve klindamisin ilaçlarının enzim aktivitesini sırasıyla $IC_{50} = 173,2 \mu M$ ve $IC_{50} = 10,04 mM$ değerleriyle inhibe ettiği, buna karşılık ampisid sulbaktamın GST enzim aktivitesini artırdığını gösterdi.

Anahtar Kelimeler: GST, saflaştırma, enzim, ilaç

**PURIFICATION OF GLUTATHIONE S-TRANSFERASE ENZYME FROM CHICKEN HEART
AND INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOME DRUGS ON ENZYME ACTIVITY**

ABSTRACT:

Glutathione; a tripeptide consist of glutamic acid, cysteine and glycine amino acids. This tripeptide, which is abundant in the cytosols of eukaryotic and prokaryotic cells, has two vital functions in the cell. The first is the detoxification of the toxic metabolites resulting from metabolism or from the outside of the cell, the second is the permanency of the sulfhydryl group in the cells through the reduced form (GSH).

In this study, glutathione S-transferase (GST) enzyme, one of the important enzymes of intracellular glutathione metabolism, was purified from chicken heart tissues by using ammonium sulfate precipitation and glutathione agarose affinity chromatography with 2,98 EU / mg specific activity in 7,71% yield and 70,95 purification fold. Enzyme purity was controlled by SDS-PAGE method. Then the effects of gentamicin, ampicillin and clindamycin drugs were investigated on GST enzyme activity purified from chicken heart tissues. The results of this study showed that gentamicin and clindamycin inhibited the GST enzyme activity with $IC_{50} = 173.2 \mu M$ and $IC_{50} = 10.04 mM$, respectively, on the other hand, ampicillin showed that activation on GST enzyme.

Key Words: GST, purification, enzyme, drug

GİRİŞ

Prokaryotik ve ökaryotik hücrelerin mitokondri, nukleus ve sitoplazmalarında bulunan glutasyon (GSH) hücre kompartmanlarında çözünebilen önemli bir antioksidandır (Alcher 1989). Glutasyon OH^- , reaktif oksijen türevleri, serbest radikaller ve peroksitler gibi moleküllerle reaksiyona girerek bu tür moleküllerin oluşturacağı hasara karşı hücrenin korunmasını sağlar. Glutasyonun indirgenmiş formu aminoasitlerin taşınmasında ve proteinlerin $-SH$ gruplarının indirgenmesinde etkilidir. Ayrıca demirin

ferröz (Fe^{+2}) halinde tutulmasını sağlayarak bazı proteinlerin ve enzimlerin inaktivasyonunu önleyebilir (Drog 1997; Schröder 2001; Blokhina vd 2002; Geçkil 2012).

GST (GST; EC 2.5.1.18) izoenzimleri, dış kaynaklı yada hücrel metabolik faaliyetler sonucu oluşan elektrofilik substratlar üzerine glutatyon tripeptidinin nükleofilik atak reaksiyonlarını katalizleyen enzimlerdir. GST izoenzimleri bu fonksiyonuyla oksidasyon sonucu meydana gelen ürünlerin veya dışarıdan alınan bilinmeyen zehirli maddelerin, hücrede yer alan diğer küçük moleküller ile reaksiyona girmesini engelleyerek, hücrel bileşenlere zarar vermeden vücuttan atılmasını sağlarlar (Hayes et al. 2005; Baş 2006). GST'ler pestisidlerin, herbisidlerin, kemoterapotik ilaçların, kimyasal kanserojenler ve çevresel kirlilikler gibi elektrofillerin detoksifikasyonunda da önemli rolleri olduğundan, doğal koruyucu sistemlerden biri olarak da kabul edilmektedir (Gyamfi et al. 2004).

Daha önce yapılan çalışmalarda GST enzimi sıçan karaciğeri (Nicholls ve Ahokas 1984), E. coli (Izuka vd. 1989), yayın balığının bağırsak mukozasını (Gadagbui vd. 2000), gökkuşağı alabalığı (Riol vd. 2001), hindi karaciğerini (Akkemik vd. 2012), insan midesi (Demirdağ vd. 2013), insan eritrositi (Turkan vd. 2018) gibi birçok kaynaktan saflaştırılarak bazı kinetik ve karakterizasyon özellikleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada tavuk yüreğinden sitozolik GST enziminin saflaştırılması ve gentamisin, ampisid ve klindamisin ilaçlarının enzim aktivitesi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Kullanılan Kimyasallar

Bu çalışmada kullanılan tüm kimyasallar Sigma Chemical Comp. (Sigma-Aldrich G5003, St. Louis, MO, USA) 'den temin edilmiştir.

Homojenatın Hazırlanması

Deneylerde taze olarak temin edilen 5 g tavuk yüreği küçük parçalara ayrılarak, alınan yürek dokusunun üzerine 3 katı kadar homojenat tamponu (1 mM EDTA, 1mM DTT, 1mM PMSF içeren 50mM Tris-HCl (pH: 7,2) tampon çözeltisi) eklendi ve homojenizatörle süspanse edildi. Hazırlanan süspanسیون 13.000 x g de 60 dakika santrifüj edildi ve çökelek atıldı. Böylece homojenat elde edildi. Bu işlemlerin tamamı +4 °C'de gerçekleştirildi.

Amonyum Sülfat Çöktürmesi

Hazırlanan homojenat için %0 - %20, %30, %40, %50, %60, %70, %80, %90 ve %100 aralığında katı amonyum sülfat çöktürmesi yapılarak, enzime ait çökme aralığı belirlendi.

Glutatyon Agaroz Afinite Kromatografisiyle GST Enziminin Saflaştırılması

10 mL'lik kolon hacmi için 1 g kuru glutatyon- agaroz afinite jeli tartıldı ve saf su ile katı maddelerin uzaklaştırılması için birkaç defa yıkandı. Yıkama işlemi sırasında şişirilmiş olan jelin havası su trompu kullanılarak vakum ile alındıktan sonra dengeleme tamponu (0.05 M K-fosfat pH:7.4, 1 mM EDTA ve 1 mM DTT) ilave edilerek jel süspanse edildi ve 1x10 cm'lik kolona paketlenildi. Kolon dengelenene kadar homojenat tamponuyla yıkandı. Böylece afinite kolonu hazırlanmış oldu (Toribio vd.1996, Temel vd. 2018).

GST enzim aktivitesinin ölçümü

GST enziminin aktivite ölçümü 340 nm' de spektrofotometrik olarak gerçekleştirildi. Bu yöntem enzimin substratları olan GSH'ın CDNB (1-kloro2,4- dinitrobenzen)'yi DNB-SG'ye dönüştürmesi ve bu reaksiyon ürününün 340 nm'de absorpsiyon göstermesi esasına dayanmaktadır (Habig et al. 1974).

Bradford Yöntemiyle Protein Tayini

Amonyum sülfat çöktürmesi ve glutatyon agaroz afinite kromatografisi yöntemiyle tavuk yürek dokularından saflaştırılan GST enzimi için kantitatif protein miktarı Bradford metoduna göre belirlendi (Bradford 1976).

Sodyum Dodesil Sülfat-Poliakrilamid Jel Elektrofrez (SDS-PAGE) ile Enzim Saflığının Kontrolü

Amonyum sülfat çöktürmesi ve glutatyon agaroz afinite kromatografisi yöntemiyle tavuk yürek dokularından saflaştırılan GST enziminin saflık derecesi %3-10 kesikli sodyum dodesilsülfat poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE) ile Laemmli metoduna göre belirlendi (Laemmli 1970).

İn Vitro İnhibisyon Çalışmaları

Bu çalışmada, amonyum sülfat çöktürmesi ve glutatyon agaroz afinite kromatografisi yöntemiyle tavuk yürek dokularından saflaştırılan GST enzim aktivitesi üzerine gentamisin, ampisid ve klindamisin ilaçlarının etkileri araştırıldı. Her bir antibiyotik için en az beş farklı konsantrasyonlarında aktivite ölçümü yapılarak elde edilen değerler ile % aktivite-[I] grafikleri çizildi ve IC₅₀ değerleri belirlendi.

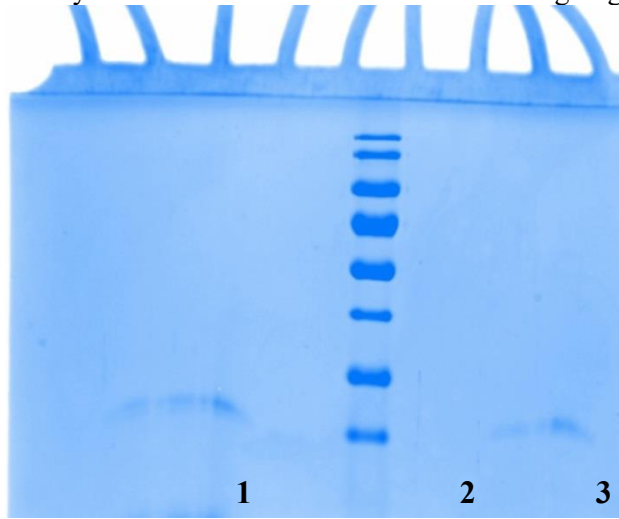
SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında glutatyon S-transferaz (GST) enzimi tavuk yürek dokularından amonyum sülfat çöktürmesi ve glutatyon agaroz afinite kromatografisi kullanılarak 2,98 EÜ/mg spesifik aktiviteyle % 7,01 verimle 70,95 kat saflaştırıldı. Sonuçlar çizelge 1’de verildi.

Çizelge 1. GST enziminin saflaştırma sonuçları

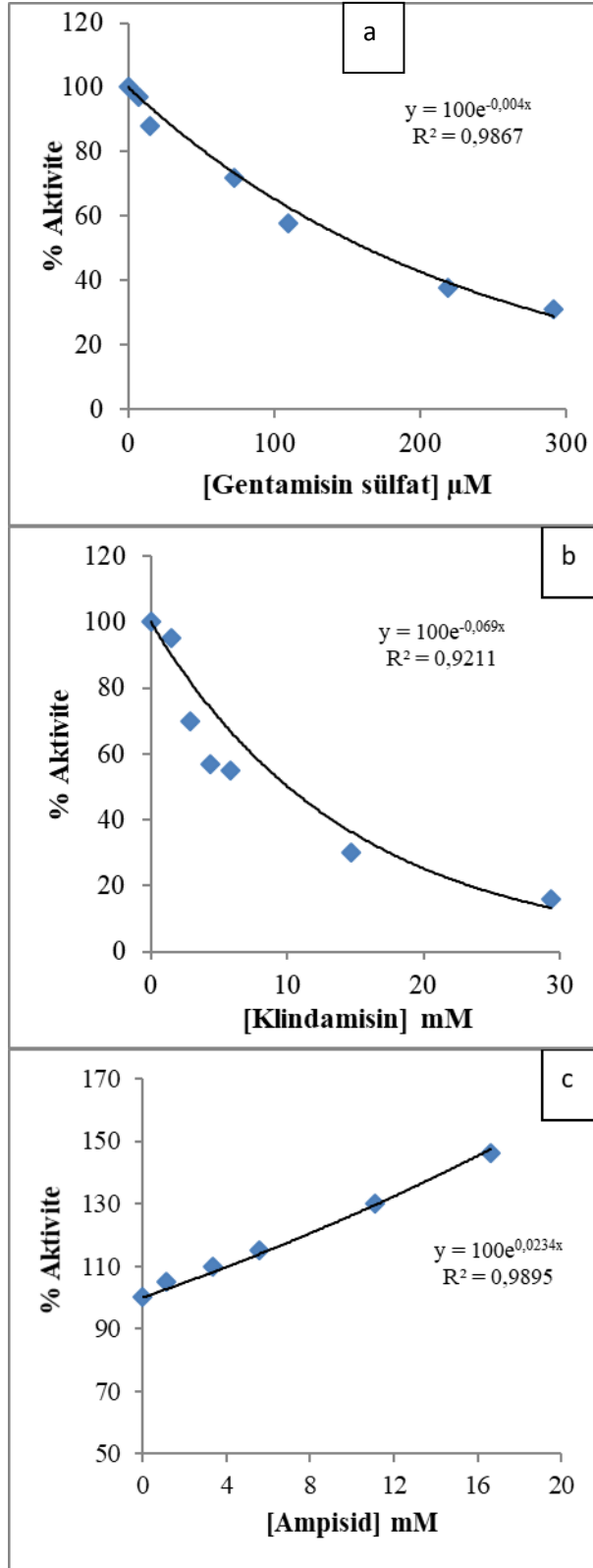
Numune Türü	Toplam Hacim (ml)	Aktivite (EÜ/mL)	Protein (mg/mL)	Toplam Protein (mg)	Toplam Aktivite (EÜ)	Spesifik Aktivite (EÜ/mg)	% Verim	Saflaştırma Katsayısı
Homojenat	24	0,486	11,66	279,93	11,67	0,042	100	1
Amonyum Sülfat	2	1,069	0,61	1,22	2,138	1,75	18,32	41,6
Afinite	2	0,409	0,137	0,274	0,818	2,98	7,01	70,95

Enziminin saflık derecesi SDS-PAGE yöntemiyle kontrol edildi (Şekil 1). SDS-PAGE fotoğrafındaki tek bant GST enziminin tavuk yürek dokularından saf olarak elde edildiğini gösterdi.



Şekil 1. Tavuk yürek dokularından saflaştırılan GST enziminin SDS-PAGE ile saflık kontrolü. *1. ve 3. kuyu: afinite kolonundan elüe edilen GST enzimleri; 2. kuyu: standart proteinler

Daha sonra tavuk yürek dokularından saflaştırılan GST enzim aktivitesi üzerine gentamisin, ampisid ve klindamisin ilaçlarının etkileri araştırıldı. Bu çalışmanın sonuçları; gentamisin ve klindamisin ilaçlarının enzim aktivitesini sırasıyla IC₅₀= 173,2 µM ve IC₅₀= 10,04 mM değerleriyle inhibe ettiği (Şekil 3a ve Şekil 3b), buna karşılık ampisid sulbaktamın GST enzim aktivitesini artırdığını gösterdi (Şekil 3c).



Şekil 3a. Gentamisin sülfat'ın GST enzim aktivitesi üzerine etkisi. 3b. Klindamisin'in GST enzim aktivitesi üzerine etkisi. 3c. Ampisid'in GST enzim aktivitesi üzerine etkisi

TARTIŞMA

Bu çalışmada tavuk yürek dokularından sitozolik glutatyon S-transferaz (GST) enzimi amonyum sülfat çöktürmesi ve glutatyon agaroz afinite kromatografisi kullanılarak 2,98 EÜ/mg spesifik aktiviteyle % 7,01 verimle 70,95 kat saflaştırıldı. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda GST enzimi farklı dokulardan

amonyum sülfat çöktürmesi, CM-selüloz, Sephadex G-75, afinite kromatografisi, kation değişim kromatografisi, hidroksilepatit kolonu, Sephadex G-75 jel filtrasyon ve glutatyon-sepharose 6B afinite kromatografisi gibi farklı metodlar kullanılmıştır (Oshino vd. 1989; Young vd. 1989; Awasthi vd. 1980; Huang vd. 2008; Erat ve Şakiroğlu 2013). Daha önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında bu çalışmada daha etkili bir yöntemle kısa zamanda ve daha ekonomik olarak yüksek saflıkta enzim elde edilmiştir.

Çalışmamızın ikinci aşamasında tavuk yürek dokularından saflaştırılan GST enzim aktivitesi üzerine, insan ve veteriner hekimliğinde sıklıkla kullanılan gentamisin, klindamisin ve ampisid ilaçlarının etkileri araştırıldı. Bu çalışma sonucunda gentamisin ve klindamisin ilaçlarının GST enzim aktivitesi üzerinde inhibisyona neden olduğu, buna karşılık ampisid sulbaktamın GST enzim aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. Son zamanlarda araştırmacılar çeşitli ilaç ve antibiyotiklerin enzimler üzerine olan etkileri üzerine çeşitli araştırmalar yürütmektedir. Yapılan bir çalışmada GST enzimi sıçan eritrositlerinden saflaştırılarak karakterize edilmiş ve gentamisin, klindamisin, buskopan ve ampisid ilaçlarının enzim aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır (Khoshnaw 2018). Yapılan çalışmanın sonuçları gentamisin ve klindamisin'in enzim aktivitesi üzerinde inhibisyona neden olduğu, buskopan ve ampisid ilaçlarının ise rat eritrosit GST enzim aktivitesini artırdığını göstermiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla daha önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlar birbiriyle uyumludur.

Dünya nüfusunda yaşanan artış ile birlikte süt ve süt ürünleri, kanatlı et ve yumurtaları gibi hayvansal kökenli gıdalara olan ilgi ve ihtiyaç giderek artmaktadır. Özellikle büyük şehirlerde artan nüfusun et ve et ürünleri ihtiyacını karşılamak üzere üreticiler kanatlı hayvan yetiştiriciliğine yönelmektedir (zhou et al 2012). Ancak, artan protein ihtiyacını karşılamak üzere hayvanların daha kısa sürede yetiştirilmesi ve enfeksiyonlara olan dirençlerini artırma kaygısı kanatlı hayvan beslemesinde kimyasal ilaç kalıntısı içeren yemler, çeşitli hormonlar ve antibiyotiklerin kullanımının da artırmaktadır. Bu tür katkı maddelerinin kullanılması hayvansal ürünlerde kalıntı bırakmaktadır. Dolayısıyla bu ürünlerle beslenen hayvanlarda ve bu hayvanları tüketen insanlarda çeşitli metabolik bozukluklar oluşabilmektedir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar gentamisin ve klindamisin'in metabolik açıdan büyük önem arzeden GST enzimini inhibe ettiğini göstermiştir. Elde edilen sonuçlar insan ve veteriner hekimliğinde bu ilaçların kullanımına dikkat edilmesi gerektiğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Alcher, R.G., 1989. Biosynthesis and antioxidant function of glutathione in plants, *Physiol, Plant*, 77, 457-464.
2. Drog, F., 1997. Plant Glutathione S-Transferases, a Tale of Theta and Tau. *J. Plant Growth Regul.*, 16, 95-107.
3. Schröder, P., 2001. The role of glutathione and glutathione s-transferases in plant reaction and adaption to xenobiotics, Significance of Glutathione to Plant Adaptation to the Environment *Plant Ecophysiology*, 2, 155-183.
4. Blokhina, O., Virolinen, E. and Fagerstedt, K.V., 2002. Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: a Review. *Annals of Botany* 91, 179-194.
5. Geçkil, H., 2012. *Biyokimya I. İnönü Üniversitesi*, 137.
6. Hayes, J.D., Flanagan, J.U. and Jowsey, I.R., 2005. Glutathione Transferases. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 45, 51-88
7. Baş, O., 2006. Dinitrocresol'ün (Rat *Rattus Norvegicus*) Sıçan Glutatyon S-Transferaz Enzim Aktivitesine Etkisi Yüksek Lisans Tezi.
8. Gyamfi, M.A., Ohtani, I.I., Shinno, E., Aniya, Y., 2004. Inhibition of glutathione transferases by thoningianin A, isolated from the African medicinal herb, *Thonningia sanguinea*, in vitro. *Food and Chemical Toxicology* 42(9), 1401-1418.
9. Nicholls, F.A. and Ahokas, J.T., 1984., Inhibition of purified glutathione S-transferases by indomethacin. *Biochem Biophys Res Commun*, 119, 1034-8.
10. Iizuka, M., Inoue, Y., Murata, K. And Kimura, A., 1989. Purification and Some Properties of Glutathione S-Transferase from *Escherichia coli* B. *Journal Of Bacteriology*, Nov., 6039-6042

11. Gadagbui, B.K.M., James, M.O., 2000. Activities of affinity-isolated glutathione S-transferase (GST) from channel catfish whole intestine. *Aquatic Toxicology*, 49, 27– 7.
12. Riol, M.J.M., Valiñas, M.C.N., Fernández, M.A.G. and López, M.P., 2001. Glutathione S-transferases from rainbow trout liver and freshly isolated hepatocytes: purification and characterization. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 128, (2) p, 227-235.
13. Akkemik, E., Taser, P., Bayindir, A., Budak, H., Ciftci M., 2012. Purification and characterization of glutathione S-transferase from turkey liver and inhibition effects of some metal ions on enzyme activity. *Environmental Toxicology and pharmacology*, 34, 888-894
14. Demirdag, R., Yerlikaya, E., Kufrevioglu, O.I., Gundogdu, C., 2013. Purification of glutathione S-transferase isoenzymes from tumour and nontumour human stomach and inhibitory effects of some heavy metals on enzymes activities. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 28(5): 911-915.
15. Türkan, F., Huyut, Z., Atalar, M. N. (2018). The toxicological impact of some avermectins on human erythrocytes glutathione S-transferase enzyme. *Journal of biochemical and molecular toxicology*, 32(10), e22205.
16. Toribio, F., Martinez-Lara, E., Pascual, P., Lopez-Barea, J., 1996. Methods for purification of glutathione peroxidase and related enzymes, *Journal of Chromatography B*, 684, 77-97.
17. Temel, Y., Koçyigit, U. M., Taysı, M. Ş., Gökalp, F., Gürdere, M. B., Budak, Y., Ceylan, M., Gulcin, İ., Çiftci, M. (2018). Purification of glutathione S-transferase enzyme from quail liver tissue and inhibition effects of (3aR, 4S, 7R, 7aS)-2-(4-((E)-3-(aryl) acryloyl) phenyl)-3a, 4, 7, 7a-tetrahydro-1H-4, 7-methanoisindole-1, 3 (2H)-dione derivatives on the enzyme activity. *Journal of biochemical and molecular toxicology*, 32(3), e22034.
18. Habig, W.H., Pabst, M.J., Jakoby, W.B., 1974. Glutathione S- transferases. The first enzymatic step in mercapturic acid formation. *J Biol Chem*, 246, 7130-7139.
19. Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-251
20. Laemmli, D.K., 1970. Cleavage of structural proteins during in assembly of the head of Bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680.
21. Oshino R, Kamei K., Nishioka Z.M. and Shin M. 1989. Purification and Characterization of Glutathione S-Transferases from Guinea Pig Liver. *J. Biochem.* 107, 105-110
22. Young, P.R. and Briedis A.V., 1989. Purification and kinetic mechanism of the major glutathione S-transferase from bovine brain. *Biochem. J.*, 257, 541- 548.
23. Awasthi, Y.C, Doa, D.D. and Saneto, R.P., 1980. Interrelationship between anionic and cationic forms of glutathione S-transferases of human liver *Biochem J.* 191, 1-10.
24. Huang, Q., Liang, L., Wei, T., Zhang, D., Zeng, Q.Y., 2008. Purification and partial characterization of glutathione transferase from the teleost *Monopterus albus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 147, 96-100.
25. Erat, M. and Şakiroğlu, H., 2013. The effect of some antineoplastic agents on glutathione S-transferase from human erythrocytes. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 28, (4) 711-6.
26. Zhou, Z.; Tian, W.; Wang, J.; Liu, H. and Cao, L. 2012. Food consumption trends in China. Report submitted to the Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. Available at. <http://www.agriculture.gov.au/>
27. Khoshnaw, L.Q.A. 2018. Purification, characterization and the effect of some drugs on glutathione s-transferase (GST) enzyme from rat erythrocyte Glutathione S-transferase (GST) enziminin sıçan eritrositlerinden saflaştırılması, karakterizasyonu ve bazı ilaçların enzim aktivitesi üzerine etkisinin araştırılması Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek lisans tezi).

**BAZI ANTİBİYOTİKLERİN JAPON BILDIRCIN (*COTURNIX*, *COTURNIX JAPONICA*)
KARACİĞER GLUTATYON S-TRANSFERAZ ENZİMİNİN AKTİVİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YUSUF TEMEL

Department of Solhan Health Services Vocational School, Bingöl, Turkey

MEHMET ÇİFTÇİ

Department of Chemistry, Art and Science Faculty, Bingöl, Turkey

ÖZET:

Glutatyon S-transferazlar (GST; E.C.2.5.1.18) başta kemoteropatik ilaçlar, antibiyotikler, çevresel karsinojenler, endojen ve eksojen moleküller olmak üzere ksenobiyotikleri detoksifiye ederek hücre ve dokuların oksidatif hasarlardan korunması ve homeostasisin sağlanmasında önemli görevleri olan izoenzimlerdir.

Bu çalışmada glutatyon S-transferaz (GST) enzimi bildirgin karaciğer dokularından amonyum sülfat çöktürmesi ve glutatyon agaroz afinite kromatografisi kullanılarak saflaştırıldı. Daha sonra GST enzim aktivitesi üzerine gentamisin, ampisid ve klindamisin ilaçlarının etkileri araştırıldı. Bu çalışmanın sonuçları; gentamisin ve klindamisin ilaçlarının GST enzim aktivitesini sırasıyla $IC_{50} = 77,01 \mu M$ ve $IC_{50} = 13,08 mM$ değerleriyle inhibe ettiği, buna karşılık ampisilinin enzim aktivitesini artırdığını gösterdi.

**INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOME ANTIBIOTICS ON THE JAPANESE QUAIL
(*COTURNIX*, *COTURNIX JAPONICA*) LIVER GLUTATHIONE S-TRANSFERASE ENZYME
ACTIVITY**

ABSTRACT:

Glutathione S-transferases (GST; E.C.2.5.1.18) are isoenzymes which have important functions in protecting the cells and tissues from oxidative damage and providing homeostasis by detoxifying xenobiotics, especially chemotherapeutic drugs, antibiotics, environmental carcinogens, endogenous and exogenous molecules¹.

In this study, glutathione S-transferase (GST) enzyme was purified from quail liver tissues using ammonium sulfate precipitation and glutathione agarose affinity chromatography. Then the effects of gentamicin, ampicillin and clindamycin drugs on GST enzyme activity were investigated. The results of this study showed that the GST enzyme activity inhibited by gentamicin and clindamycin with $IC_{50} = 77,01 \mu M$ and $IC_{50} = 13,08 mM$ respectively, whereas ampicillin increased enzyme activity.

GİRİŞ

Glutatyon S-transferaz (GST-EC: 2.5.1.18) izoenzimleri, mikroplar, böcekler, bitkiler, balıklar, kuşlar ve memeliler gibi pekçok organizmada bulunur (Hayes ve Pulford, 1995; Sherratt ve Hayes, 2001). GST izoenzimleri, hücre içi antioksidan sistemlerden biri olan glutatyon tripeptidinin farklı elektrofiliklerle konjugasyonunu katalizler (Yu, 1996). Bu reaksiyon, GSH'nin sistein molekülü ile ksenobiyotikler arasında bir tiyoeter bağı oluşumu ile gerçekleşir (Mannervik vd, 1985). GST'ler hücreye dışardan giren zararlı bileşikler ve metabolizma sonucu oluşan okside molekülleri detoksifiye ederek hücreleri reaktif oksijen türlerinin (ROS) toksik etkilerinden koruyan önemli antioksidan enzimlerdir (George, 1994).

Antibiyotikler, bakteriyel enfeksiyonların tedavisi için kullanılan ilaçlardır. Mikroorganizmaları durdurarak veya üremelerini önleyerek etki gösterirler. Fakat virüslere karşı etkili değildirler (Van Boeckel vd, 2014). Antibiyotikler ülkemizde çeşitli insan ve hayvan hastalıklarının tedavisinde en sık kullanılan ilaçlar arasındadır. Ayrıca başta kanatlılar olmak üzere hayvanlarda büyümeyi destekleyici olarakta kullanılmaktadır (Yalap ve Balcıoğlu, 2008). Ancak antibiyotiklerin bilinçsiz kullanımı sonucunda organizmalar üzerinde çeşitli olumsuzluklar meydana gelmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar antibiyotiklerin çeşitli metabolik enzimler üzerinde inhibitör etkisi gösterdiğini kanıtlamıştır (Turan vd. 2016, Koçyiğit vd. 2018, Turkan vd. 2019)

Bu çalışmada japon bıldırcın karaciğer dokularından saflaştırılan sitozolik GST enzimi aktivitesi üzerine ve gentamisin, ampisid ve klindamisin antibiyotiklerinin etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Kullanılan Kimyasallar

Bu çalışmada kullanılan tüm kimyasallar Sigma Chemical Comp. (Sigma-Aldrich G5003, St. Louis, MO, USA) 'den temin edilmiştir.

Homojenatın Hazırlanması

Bu çalışmada 5 g bıldırcın karaciğeri küçük parçalara ayrılarak, üzerine 3 katı kadar homojenat tamponu (1 mM EDTA, 1mM DTT, 1mM PMSF içeren 50mM Tris-HCl (pH: 7,2) tampon çözeltisi) eklendi ve homojenizatörle süspanse edildi. Hazırlanan süspanسیون 13.000 x g de 60 dakika santrifüj edildi ve çökelek atıldı. Böylece homojenat elde edildi. Bu işlemlerin tamamı +4 °C'de gerçekleştirildi.

Amonyum Sülfat Çöktürmesi

Hazırlanan homojenat için salting out metodu ile %20, - %70 aralığında katı amonyum sülfat çöktürmesi yapıldı.

Glutasyon Agaroz Afinite Kromatografisiyle GST Enziminin Saflaştırılması

10 mL'lik kolon hacmi için 1 g kuru glutasyon- agaroz afinite jeli tartıldı ve saf su ile katı maddelerin uzaklaştırılması için birkaç defa yıkandı. Yıkama işlemi sırasında şişirilmiş olan jelin havası su trompu kullanılarak vakum ile alındıktan sonra dengeleme tamponu (0.05 M K-fosfat pH:7.4, 1 mM EDTA ve 1 mM DTT) ilave edilerek jel süspanse edildi ve 1x10 cm'lik kolona paketlenildi. Kolon dengelenene kadar homojenat tamponuyla yıkandı. Böylece afinite kolonu hazırlanmış oldu (Temel vd. 2018).

GST enzim aktivitesinin ölçümü

GST enziminin aktivite ölçümü 340 nm' de spektrofotometrik olarak gerçekleştirildi. Bu yöntem enzimin substratları olan GSH'ın CDNB (1-kloro2,4- dinitrobenzen)'yi DNB-SG'ye dönüştürmesi ve bu reaksiyon ürününün 340 nm'de absorbans göstermesi esasına dayanmaktadır (Habig et al. 1974).

Bradford Yöntemiyle Protein Tayini

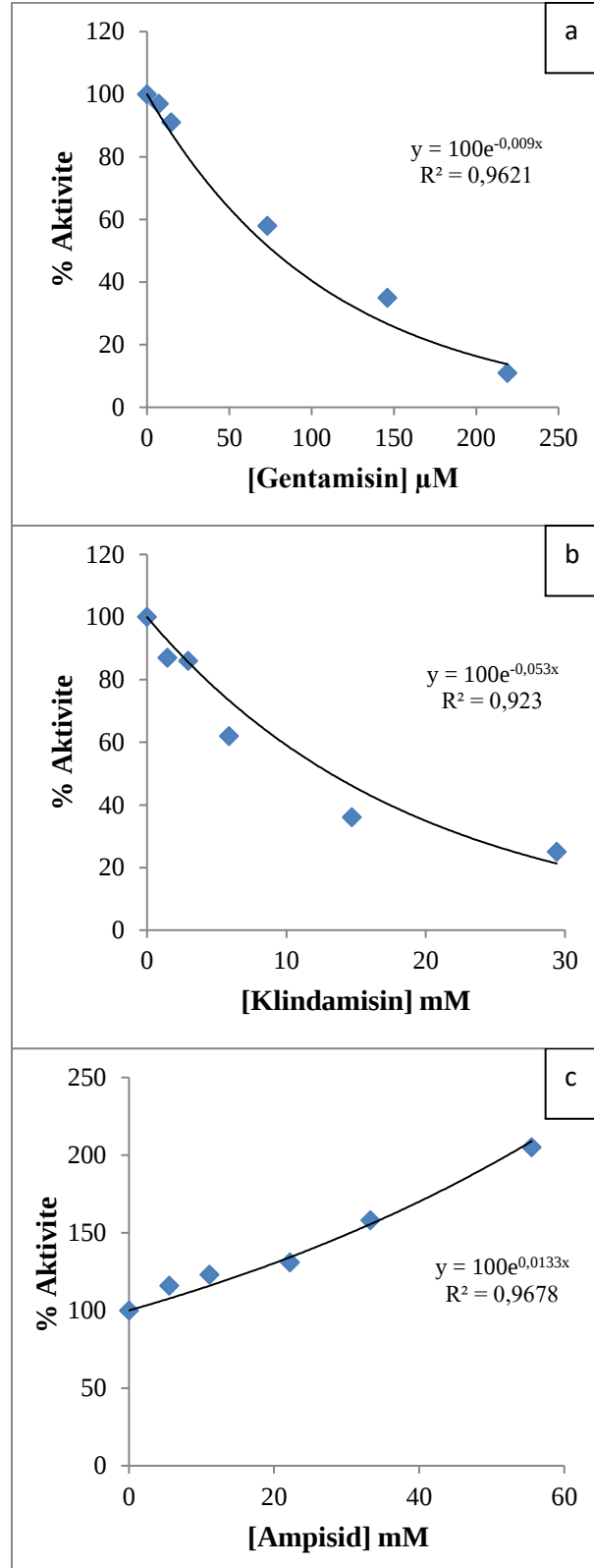
Amonyum sülfat çöktürmesi ve glutasyon agaroz afinite kromatografisi yöntemiyle japon bıldırcın karaciğer dokularından saflaştırılan GST enzimi için kantitatif protein miktarı Bradford metoduna göre belirlendi (Bradford 1976).

İn Vitro İnhibisyon Çalışmaları

Bu çalışmada, amonyum sülfat çöktürmesi ve glutasyon agaroz afinite kromatografisi kullanılarak japon bıldırcın karaciğer dokularından saflaştırılan GST enzim aktivitesi üzerine gentamisin, ampisid ve klindamisin ilaçlarının etkileri araştırıldı. Her bir antibiyotik için en az beş farklı konsantrasyonda aktivite ölçümü yapılarak elde edilen değerler ile % aktivite-[I] grafikleri çizildi ve bu grafiklerden yararlanılarak IC₅₀ değerleri belirlendi.

SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında glutayon S-transferaz (GST) enzimi japon bıldırcın karaciğer dokularından amonyum sülfat çöktürmesi ve glutasyon agaroz afinite kromatografisi kullanılarak saflaştırıldı. Daha sonra GST enzim aktivitesi üzerine gentamisin, ampisid ve klindamisin ilaçlarının etkileri araştırıldı. Bu çalışmanın sonuçları; gentamisin ve klindamisin ilaçlarının GST enzim aktivitesini sırasıyla IC₅₀= 77,01 µM ve IC₅₀= 13,08 mM değerleriyle inhibe ettiği, buna karşılık ampisilin enzim aktivitesini artırdığını gösterdi Şekil 1a, Şekil 1b ve Şekil 1c).



Şekil 1a. Gentamisin sülfat'ın GST enzim aktivitesi üzerine etkisi. **b.** Klindamisin'in GST enzim aktivitesi üzerine etkisi. **c.** Ampisid'in GST enzim aktivitesi üzerine etkisi

TARTIŞMA

İlaç endüstrisindeki gelişmelere paralel olarak antibiyotikler yem katkı maddesi ve büyüme ve gelişime yardımcı ve enfeksiyonların tedavisi amacıyla çiftlik hayvancılığında yaygın olarak kullanılmaktadır. Antibiyotiklerin, kullanımının yaygın olmasının nedenleri arasında temininin kolaylığı ve maliyetinin

ucuzluğu gösterilebilir. Bu avantajlarının yanında antibiyotiklerin yanlış ve bilinçsiz kullanımı hayvanlarda sağlık sorunlarına neden olmakta ve hastalık etkeni olan mikroorganizmaların zamanla antibiyotiklere karşı direnç kazanmasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda hayvanlar üzerinde kullanılan bu antibiyotikler yada kalıntıları hayvanların et, süt yada yumurtaları ile beslenme yoluyla insanlara ulaşmakta ve çeşitli sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Kemper, 2008).

Bu çalışmada, organizmaların metabolik yollarla ürettikleri yada yaşamları boyunca maruz kaldıkları toksik bileşiklerin, kemoterapik ilaçların, çevresel karsinojenlerin ve ksenobiyotiklerin detoksifikasyon reaksiyonlarını katalizleyen GST enzimi, kanatlılar arasında besin değeri ve yumurtasından dolayı ilginin giderek arttığı japon bildiricininin karaciğer dokularından salting out metodu ve glutatyon agaroz afinite kromatografisi kullanılarak saflaştırılmış ve insan ve veteriner hekimliğinde sıkça kullanılan gentamisin, klindamisin ve ampisid antibiyotiklerinin enzim aktivitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmamızın sonuçları amoglikozid sınıfı bir antibiyotik olan gentamisinin ve linkozamid sınıfı bir antibiyotik olan klindamisinin GST enzim aktivitesi üzerine inhibisyona neden olduğunu, buna karşılık beta laktam sınıfı bir antibiyotik olan ampisid'in GST enzim aktivitesini artırdığını göstermiştir. Literatürde çeşitli antibiyotiklerin farklı dokulardan saflaştırılan yada in vivo olarak farklı enzimler üzerine etkileri incelenmiştir. Daha önce yapılan bir araştırma sonuçları; sodyum seftizoksim, sodyum ampisilin, sodyum sefuroksim, sodyum sefazolin, sodyum sefoperazon, streptomisin sülfat, gentamisin sülfat ve netilmisin sülfatın insan eritrositlerinden saflaştırılan glukoz 6-fosfat dehidrogenaz enzimini inhibe ettiklerini göstermiştir (Çiftci vd. 2000). Farklı bir çalışmada ise gentamisin sülfatın koyun karaciğerinden saflaştırılan glutatyon redüktaz enzimini inhibe ettiğini göstermiştir (Erat ve Çiftci 2003). Türkan vd. tarafından sefazolin ve sefuroksim antibiyotiklerinin rat karaciğer, böbrek ve kalp dokularında GST enzim aktivitesi üzerine in vivo etkileri incelenmiş ve bu antibiyotiklerin enzim aktivitesini artırdığını belirlemişlerdir (Türkan vd. 2018). Bizim çalışmamızın sonuçları daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1]. Hayes J D, Pulford DJ. The glutathione S-transferase supergene family: regulation of GST and the contribution of the Isoenzymes to cancer chemoprotection and drug resistance part I. Critic Rev Biochem Mol Biol (1995) 30, 445-520.
- [2]. Sherratt PH, Hayes J, Glutathione S-Transferases Enzyme System That Metabolise Drugs and Other Xenobiotics. Chichester, UK (2001) 1-578.
- [3]. Yu SJ, Insect glutathione S-transferases. Zoological Studies (1996) 35, 9-19.
- [4]. Mannervik B, Alin P, Guthenberg C, Jensson H, Tahir MK, Warholm M, Jornvall H, Proceed National Acad Sci USA (1985) 82, 7202-206.
- [5]. George SG, Enzymology and molecular biology of phase II xenobiotic-conjugating enzymes in fish. Aquatic Toxicol (1994) 37-85.
- [6]. Van Boeckel T. P., Gandra S., Ashok A., Caudron Q., Grenfell B. T., Levin S. A., Laxminarayan R., Lancet Infect. Dis. (2014) 14, 742.
- [7]. Yalap, K.S., Balcıoğlu, I.A., Oksitetrasiklinin İleri Oksidasyon İle Artımına Su Bileşenlerinin Etkisi, İTÜ Dergisi Su Kirlenme Kontrolü (2008)18, 51-60
- [8]. Türkan, F., Huyut, Z., Taslimi, P., Gülçin, İ. The effects of some antibiotics from cephalosporin groups on the acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase enzymes activities in different tissues of rats. Arch Physiol Biochem. (2019). 125(1), 12-18.
- [9]. Koçyiğit, Ü. M., Durna Daştan, S., Taslimi, P., Daştan, T., Gülçin, İ. Inhibitory effects of some drugs on carbonic anhydrase enzyme purified from Kangal Akkaraman sheep in Sivas, Turkey. J Biochem Mol Toxicol., (2018) 32(1), e22000.
- [10]. Turan, B., Şendil, K., Şengül, E., Gültekin, M. S., Taslimi, P., Gülçin, İ., Supuran, C. T. The synthesis of some β -lactams and investigation of their metal-chelating activity, carbonic anhydrase and acetylcholinesterase inhibition profiles. J Enzyme Inhib Med Chem. (2016) 31(sup1), 79-88.
- [11]. Temel Y, Koçyiğit UM, Taysı MŞ, Gökalep F, Gürdere MB, Budak Y, Çiftci M, Purification of glutathione S-transferase enzyme from quail liver tissue and inhibition effects of (3aR, 4S, 7R, 7aS)-2-(4-((E)-3-(aryl) acryloyl) phenyl)-3a, 4, 7, 7a-tetrahydro-1H-4, 7-methanoisindole-1, 3 (2H)-dione derivatives on the enzyme activity J Biochem Mol Toxicol. (2018) 32, e22034.

- [12] Habig, W. H., Pabst, M. J., & Jakoby, W. B. Glutathione S-transferases the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *J Biol Chem.* (1974) 249, 7130-7139.
- [13] Bradford MM, Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem.* (1976) 72, 248.
- [14] Kemper, N., *Veterinary Antibiotics in the Aquatic and Terrestrial Environment, Ecological Indicators* (2008) 8, 1-13,
- [15] Çiftçi, M., Küfrevioğlu, Ö. I., Gündoğdu, M., Özmen, I. Effects of some antibiotics on enzyme activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase from human erythrocytes. *Pharm Res.* (2000) 41(1) 107-111.
- [16] Erat, M., Çiftçi, M. In vitro effects of some antibiotics on glutathione reductase from sheep liver. *J Enzyme Inhib Med Chem.* (2003) 18(6), 545-550.
- [17] Türkan, F., Huyut, Z., Taslimi, P., Huyut, M. T., Gülçin, İ. Investigation of the effects of cephalosporin antibiotics on glutathione S-transferase activity in different tissues of rats in vivo conditions in order to drug development research. *Drug Chem Toxicol.* (2018) 1-6.

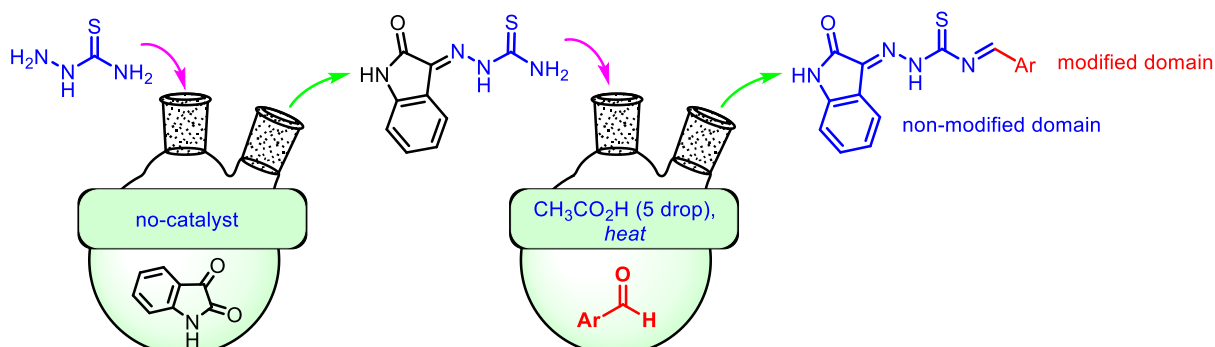
THE SYNTHESIS OF NEW BISARYL-SUBSTITUTE THIOSEMICARBAZONES

SINAN BAYINDIR

Department of Chemistry, Faculty of Sciences and Arts, Bingöl University, Bingöl, Turkey

ABSTRACT

Recently, there has been an increasing interest in developing to develop innovative synthetic strategies for the decoration of thiosemicarbazones-cores. To date, a plurality of synthesized organic molecules including functional groups such as alcohol, acid, esters and aldehyde groups have been reported as important pharmaceutically attractive compounds. In this study, bis-aryl-substitute thiosemicarbazone derivatives were synthesized with acetic acid catalyst.



Keywords: Thiosemicarbazone, aza-ylide, bis-aryl-substitute thiosemicarbazones, oxindole

INTRODUCTION

To date, a plurality of synthesized organic molecules including functional groups such as alcohol, acid, esters and aldehyde groups have been reported as important enzyme inhibitors (Zhao et al., 2013; Ebrahimi et al., 2015). Unfortunately, these compounds are not ideal enough due to their dissatisfied activity and undesirable toxic side effects (Lin et al., 2014). In the last years, thiosemicarbazone-appended aromatic compounds have been receiving significant attention in the area of medicine and biochemistry because of their promising biological effects and exceptional pharmacological properties such as antimicrobial (Costello et al., 2008), anti-HIV-1 (Pelosi et al., 2010), anticancer (Yusuf et al., 2014). However, the rich chemistry of thiosemicarbazone (1) and importance of the heterocyclic (Hassan et al., 2011; Gazieva et al., 2012) and metal complexes (Şahin et al., 2010; Netalkar et al., 2015) being steadily derived from this, encourage the further development of the green synthetic methods in this field. A number of popular drugs such as thioacetazone, ambazone (Kleemann et al., 2001) and perchlozone (Smolentsev et al., 2009) are included thiosemicarbazone core (Malkina et al. 2017) (Figure 1).

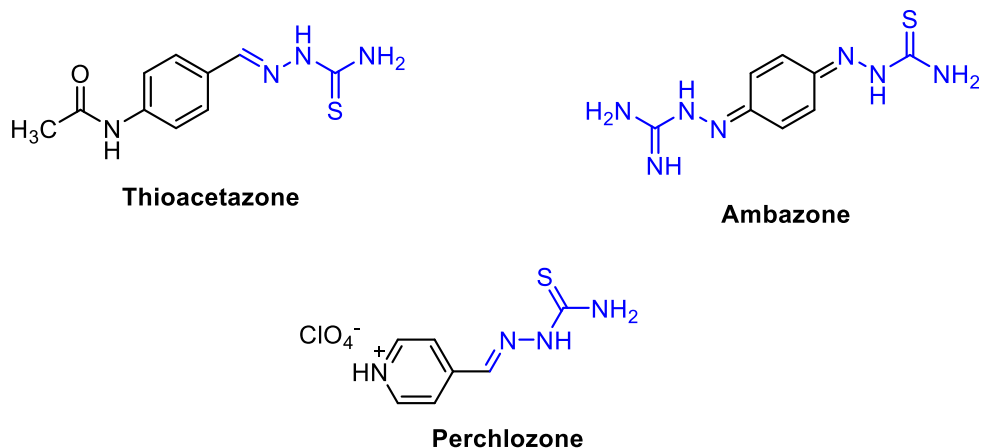


Figure 1. Medicines derived based on thiosemicarbazones

Summarily, the synthesis of thiosemicarbazones derivatives and investigating their potential applications are very popular. However, there are very few studies over synthesis of bis-aryl-substitute thiosemicarbazone derivatives. For this purpose in the present study, we synthesized of novel bis-aryl-substitute thiosemicarbazones derivatives containing important aromatic groups, which have differed nature, by a green synthetic approach (Figure 2).

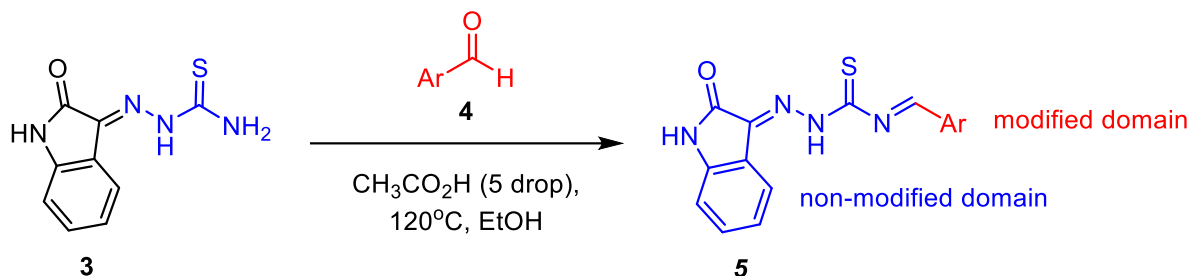
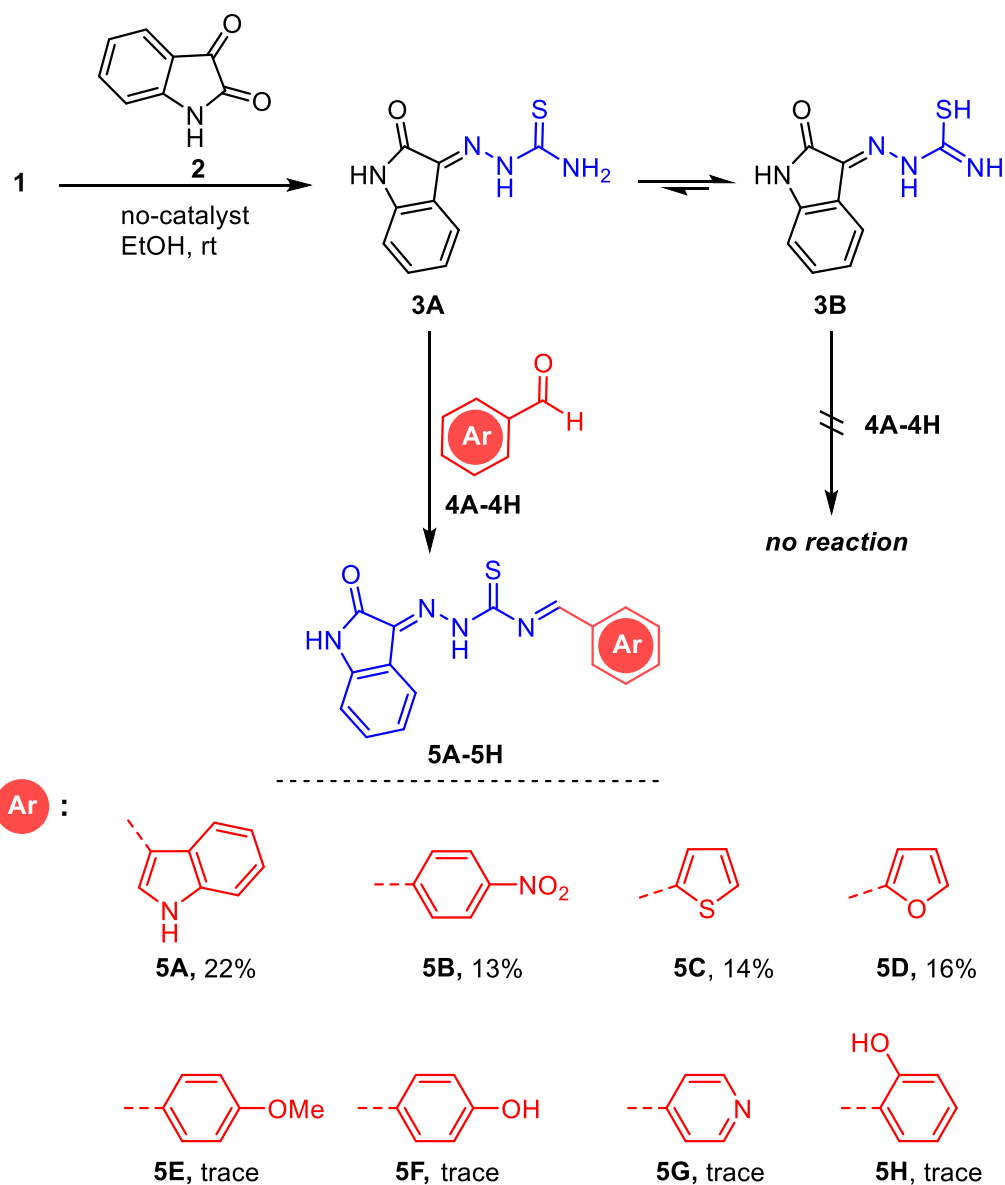


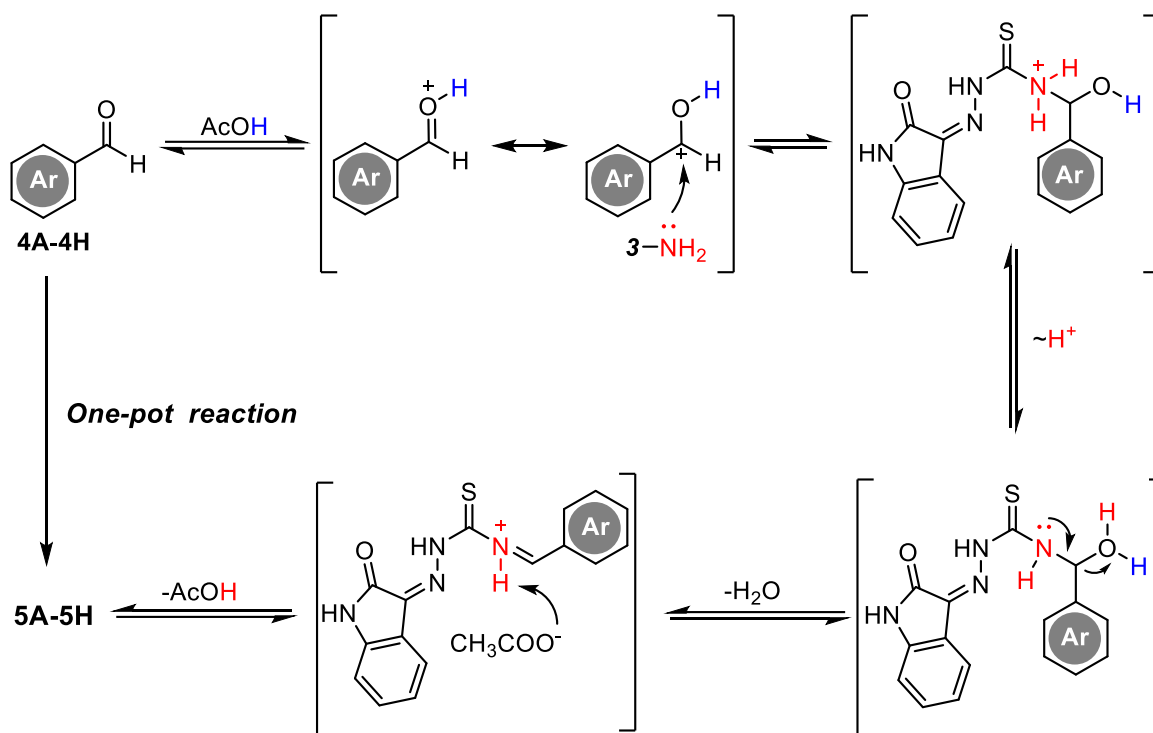
Figure 2. Strategies for the synthesis of thiosemicarbazones

RESULTS AND DISCUSSION

Due to create the structure of many natural products and important organic materials, there has been an increasing interest in developing to develop innovative synthetic strategies for the decoration of oxindole-cores. In this study, initially, (*E*)-2-(2-oxoindolin-3-ylidene)hydrazine-1-carbothioamide (**3**), which is an output molecule, was synthesized by a green synthetic approach. The no-catalysts reaction of thiosemicarbazones (**1**) with isatin (**2**) in ethanol at room temperature gave oxindole derivative **3** in 94% yields (Lin et al., 2010; Sarıgüney et al., 2014). Following synthesis of output molecule **3**, as mentioned above, we interested in the synthesis of novel bisaryl-substitute thiosemicarbazones derivatives **5A-5H** containing important aromatic groups by starting from **3** and aldehydes (**4A-4H**) (Scheme 1). The reaction conditions were optimized by changing parameters such as temperature, time, catalysts and solvents to identify favorable reaction conditions. For catalyst selection and optimization studies, the reaction of **3** and 1*H*-indole-3-carbaldehyde (**4A**) was chosen as the model. The reaction was carried out at the reflux temperature in ethanol and under the catalysis of five-drop CH_3COOH , and **5A** was obtained with a low yield of 22%. As a result of optimization studies, it was determined that the most favorable reaction conditions for the reactions were five drop CH_3COOH catalyst reaction in ethanol at reflux temperature, and the synthesis of other bisaryl-substitute thiosemicarbazones derivatives **5A-5H** were carried out under these conditions. On the other hand, while the other target products bis-aryl-substitute thiosemicarbazones **5A-5D** can be obtained with low yields, the target molecules **5F-5H** was obtained in the trace amounts (Scheme 1).



As a result of these reactions, the most important reason for the formation of the reactions with low yields is the conversion of the output molecule **3A** to a large amount of **3B** tautomeric structure. It is understood that the tautomeric form **3B** does not react with the aldehydes. A plausible mechanism for the reaction of one equivalent **3A** with one equivalent of aldehydes is shown in Scheme 2. The mechanism for the formation of bisaryl-substitute thiosemicarbazones derivatives **5A-5D** involves classical condensation reaction of **3** with aldehydes **4A-4D**. The acetic acid (AcOH) interacts with the oxygen atom of aldehyde moieties of the substrate and increases the electrophilicity of carbonic carbon in the aldehyde position. Subsequently, **3A** is present in a nucleophilic attack to the carbonyl carbon of the aldehyde coordinated with AcOH with an attack of nucleophilic substitution. Finally, as a result of dehydration was obtained the target bisaryl-substitute thiosemicarbazones derivatives **5A-5D** (Scheme 2).



Scheme 2. Proposed formation mechanism for **5A-5D**

The ^1H NMR spectra of **3** and **5A** are shown in Figure 3. When the ^1H NMR spectrum of **3** and **5A** are examined, it is seen that the NH (of N-NH-C=S group) proton peaks are resonance at 11.35 (s, N=NH, 1H) ppm and 13.11 (s, N-NH, 1H) ppm, respectively. At the same time, while it was seen that protons of S=C-NH₂ groups in the structure of the output molecule gave resonances signals at 8.12 (bs, NH₂, 1H), 7.93 (bs, NH₂, 1H) ppm (Figure 3A), the target molecule **5A** was not including NH₂ peaks. This result is showing that it occurred the reaction between 3-NH₂ and 1H-indole-3-carbaldehyde (**4A**) over the amin group. In other words, the most important evidence that bisaryl-substitute thiosemicarbazones **5A** has been obtained is the disappearance of the peak, which is resonance 8.12 (bs, NH₂, 1H), 7.93 (bs, NH₂, 1H) ppm, in the structure of **3** and the presence of a new exogenous N=CH peak in 8.43 (s, N=CH, 1H) ppm. Detailed procedures and characterization can be found in the experimental section.

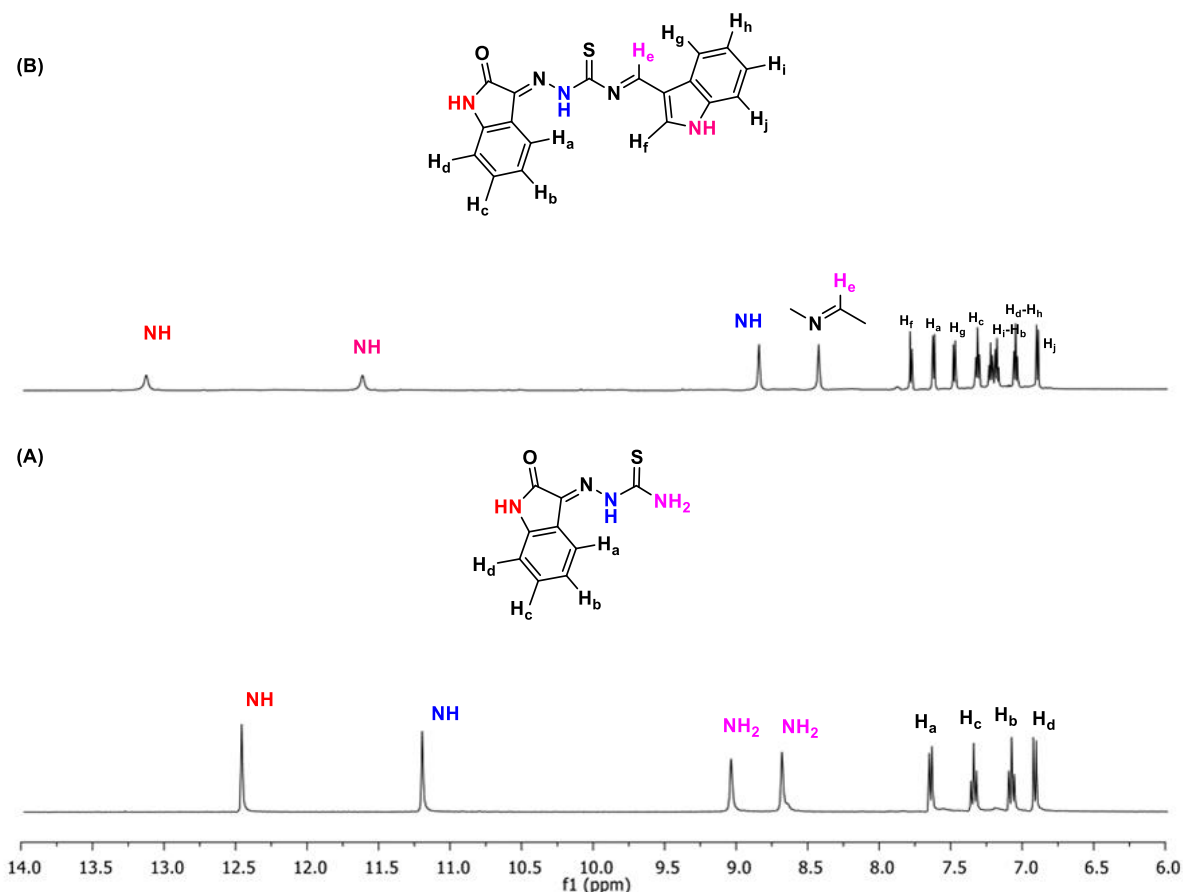


Figure 3. ^1H NMR spectrums of 3 (A) and 5A (B)

In conclusion, new bisaryl-substituted thiosemicarbazone derivatives **5A-5D**, which are the skeleton of natural and important medicinal chemicals such as thioacetazone, ambazone, and perchlozone, were synthesized. The structures of new bisaryl-substituted thiosemicarbazone derivatives were illuminated using spectroscopic techniques.

MATERIALS AND METHODS

General Information: All solvents and chemicals were commercially available from Fluka or Sigma-Aldrich. All ^1H NMR and ^{13}C NMR spectra were recorded on 600 (150)-MHz Agilent spectrometer. The mixture reaction was monitored by thin layer chromatography (TLC) plates (Merck, 60 F254).

Synthesis of Organic Compounds

The synthesis of (E)-2-(2-Oxoindolin-3-ylidene)hydrazine-1-carbothioamide (3): To a solution of indoline-2,3-dione (**2**, 403 mg, 2.74 mmol) in ethanol (10 mL) was added slowly to the solution of thiosemicarbazide (**1**, 250 mg, 2.74 mmol). The reaction mixture was refluxed without any catalyst for between 5h, and was monitored by TLC. After, the mixture product was recrystallized from EtOH. After recrystallization, 569 mg (94%) (E)-2-(2-oxoindolin-3-ylidene) hydrazine-1-carbothioamide (**4A**) was obtained as yellow solid. M.p. > 300°C, ^1H -NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆): δ 12.47 (s, 1H, NH), 11.21 (s, 1H, C=NH), 9.05 (bs, 1H, NH₂), 8.70 (bs, 1H, NH₂), 7.66 (d, *J* = 8.0 Hz, 1H, =CH), 7.36 (t, *J* = 8.0 Hz, 1H, =CH), 7.09 (t, *J* = 8.0 Hz, 1H, =CH), 6.93 (d, *J* = 8.0 Hz, 1H, =CH); ^{13}C -NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆): δ 180.1, 163.3, 143.1, 132.4, 131.6, 122.8, 121.1, 120.7, 111.5. All spectroscopic data for **3** is compatible with the literature (Lin et al., 2010; Sarıgüney et al., 2014).

General procedure for synthesis of bis-aryl-substitute thiosemicarbazones derivatives 5A-5H: To a solution of aldehydes (**4A-4H**, 1.0 equiv.) in ethanol (10 mL) was added slowly to the solution of (E)-2-(2-oxoindolin-3-ylidene)hydrazine-1-carbothioamide (**3**, 1.0 equiv.). The reaction mixture was

refluxed with CH₃COOH (five drop) for overnight, and was monitored by TLC. After, the mixture product was recrystallized from EtOH. After recrystallization, bis-aryl-substitute thiosemicarbazones derivatives **5A-5H** was obtained as following.

N-((E)-(1H-indol-3-yl)methylene)-2-((E)-2-oxoindolin-3-ylidene)hydrazine-1-carbothioamide (5A): Dark orange solid, M.p.> 300°C, yield 22%. ¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃): δ 13.11 (bs, 1H, NH), 11.64 (bs, 1H, NH), 8.87 (s, 1H, NH), 8.43 (s, 1H, N=CH), 7.79 (d, *J* = 7.5 Hz, 1H, =CH), 7.63 (d, *J* = 7.5 Hz, 1H, =CH), 7.50 (t, *J* = 7.5 Hz, 1H, =CH), 7.32 (t, *J* = 7.5 Hz, 1H, =CH), 7.18-7.25 (m, 2H, =CH), 7.02-7.08 (m, 2H, =CH), 6.91 (d, *J* = 7.5 Hz, 1H, =CH).

REFERENCES

- Costello C., Karpanen T., Lambert P.A., Mistry P., Parker K.J., Rathbone D.L., Ren, Wheeldon L.J.M., Worthington T., 2008. Thiosemicarbazones active against *Clostridium difficile*, *Bioorg. Med. Chem. Lett* 18: 1708-1711.
- Ebrahimi H.P., Hadi J.S., Alsalim T.A., Ghali T.S., Bolandnazar Z., 2015. A novel series of thiosemicarbazone drugs: from synthesis to structure. *Spectrochim. Acta -Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* 137: 1067-1077.
- Gazieva, G.A.; Kravchenko, A.N., 2012. Thiosemicarbazides in the synthesis of five- and six-membered heterocyclic compounds. *Russ. Chem. Rev.* 81: 494–523.
- Hassan, A.A.; Shawky, A.M., 2011. Thiosemicarbazides in heterocyclization. *J. Heterocycl. Chem.* 48: 495–516.
- Kleemann A., Engel J., Kutscher B., Reichert D., 2001. *Pharmaceutical Substances: Syntheses, Patents, Applications*; Thieme: Stuttgart, pp. 77–78.
- Lin H., Su H., Li J., Lin H., 2010. An efficient novel acetate anion receptor based on isatin, *J. Braz. Chem. Soc.* 21: 541-545.
- Lin W.Q., Xie J.X., Wu X.M., Yang L., Wang H.D., 2014. Inhibition of xanthine oxidase activity by *Gnaphalium affine* extract, *Chin. Med J. Peking* 29: 225-230.
- Malkina A.G., Nosyreva V.V., Albanov A.I., Afonin A.V., Vashchenko A.V., Amosova S.V., Trofimov B.A., 2017. Regioselective N(2)-H-functionalization of thiosemicarbazones of aromatic and heteroaromatic aldehydes with acrylonitrile, *Synthetic Communications*, 47:2, 159-168.
- Netalkar P.P., Netalkar S.P., Revankar V.K., 2015. Transition metal complexes of thiosemicarbazone: Synthesis, structures and invitro antimicrobial studies, *Polyhedron* 100: 215–222.
- Pelosi G., Bisceglie F., Bignami F., Ronzi P., Schiavone P., Re M.C., Casoli C., Pilotti E., 2010. Antiretroviral activity of thiosemicarbazone metal complexes, *J. Med. Chem.* 53: 8765-8769.
- Şahin M., Koca A., Özdemir N., Dinçer M., Büyükgüngör O., Bal-Demirci T., Ülküseven B., 2010. Synthesis, X-ray crystal structures, thermal and electrochemical properties of thiosemicarbazidatodioxouranium (VI) complexes. *Dalton Trans.* 39: 10228-10237.
- Sarıgüney A.B., Saf A.Ö., Coskun A., 2014. A newly synthesized thiazole derivative as a fluoride ion chemosensor: naked-eye, spectroscopic, electrochemical and NMR studies, *Spectrochim. Acta A*, 128: 575-582.
- Smolentsev A.I., Lavrenova L.G., Elokhina V.N., Nakhmanovich A.S., Larina L.I., 2009. Crystal structures of pyridine-4-aldehyde thiosemicarbazone perchlorate and trifluoromethane sulfonate. *J. Stuct. Chem.* 50: 500-504.
- Yusuf M., Jain P., 2014. Synthesis and biological significances of 1,3,4-thiadiazolines and related heterocyclic compounds, *Arab. J. Chem.* 7: 525–552.
- Zhao H.C., Shi Y.P., Liu Y.M., Li C.W., Xuan L.N., Wang P., Zhang K., Chen B.Q., 2013. Synthesis and antitumor-evaluation of 1,3-selenazole-containing 1,3,4-thiadiazole derivatives, *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 23: 6577-6579.

**CATALYST-FREE SYNTHESIS OF PHARMACEUTICALLY ATTRACTIVE
THIOSEMICARBAZONE AND INVESTIGATION OF EFFECT ON GST ENZYMES**

YUSUF TEMEL

Solhan Health Services Vocational Schools, Bingol University, Bingol, Turkey

MEHMET ÇİFTCI

Department of Chemistry, Faculty of Sciences and Arts, Bingol University, Bingol, Turkey

SINAN BAYINDIR

Department of Chemistry, Faculty of Sciences and Arts, Bingol University, Bingol, Turkey

ABSTRACT

The Glutathione-S-Transferases (**GST**, EC 2.5.1.18), which is found in most aerobic microorganisms, plants, and animals, catalyzes the nucleophilic addition of the tripeptide glutathione (GSH) to substrates that have electrophilic functional groups. It is probably fair to say that this family of proteins is the single most important group of enzymes involved in the metabolism of electrophilic compounds. In this study, thiosemicarbazone-based aza-ylide derivatives, which form the main framework of many drugs such as thioacetazone, ambazone, and perchlozone, were synthesized with a green approach. Following synthesis, in vitro inhibitor or activator effects on GST enzyme, which is purified by agarose affinity chromatography and ammonium sulfate precipitation from liver tissue of Japanese quail, activity was investigated. As a result of studies, while thiosemicarbazone-based aza-ylide derivative **3a** inhibited the GST enzyme with IC₅₀ value of 138.6 μ M, the thiosemicarbazone-based aza-ylide derivatives; **3b**, **3c**, and **3d** activated the GST enzyme.

Keywords: Thiosemicarbazone, aza-ylide, liver tissue, enzyme, Glutathione S-Transferases

INTRODUCTION

To date, a plurality of synthesized organic molecules including functional groups such as alcohol, acid, esters and aldehyde groups have been reported as important enzyme inhibitors (Zhao et al., 2013; Ebrahimi et al., 2015). Unfortunately, these compounds are not ideal enough due to their dissatisfied activity and undesirable toxic side effects (Lin et al., 2014). In the last years, thiosemicarbazone-appended aromatic compounds have been receiving significant attention in the area of medicine and biochemistry because of their promising biological effects and exceptional pharmacological properties such as antimicrobial (Costello et al., 2008), anti-HIV-1 (Pelosi et al., 2010), anticancer (Jimbow et al., 2000; Yusuf et al., 2014). However, the rich chemistry of thiosemicarbazone (**1**) and importance of the heterocyclic (Hassan et al., 2011; Gazieva et al., 2012) and metal complexes (Şahin et al., 2010; Pelosi et al., 2010; Netalkar et al., 2015) being steadily derived from this, encourage the further development of the green synthetic methods in this field (Bayindir and Toprak, 2019). A number of popular drugs such as thioacetazone, ambazone (Kleemann et al., 2001) and perchlozone (Smolentsev et al., 2009) are included thiosemicarbazone core (Malkina et al. 2017) (Figure 1).

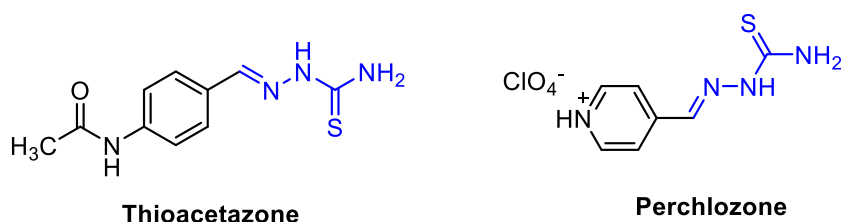


Figure 1. Medicines derived based on thiosemicarbazide

The GST, which is found in most aerobic microorganisms, plants, and animals, catalyzes the nucleophilic addition of the tripeptide glutathione (GSH) to substrates that have electrophilic functional

groups. It is probably fair to say that this family of proteins is the single most important group of enzymes involved in the metabolism of electrophilic compounds. Glutathione reacts with molecules such as reactive oxygen derivatives, free radicals, and peroxides to protect the cell against damage caused. On the other hand, the reduced form of glutathione is effective in transporting amino acids and reducing the -SH groups of proteins (George 1994).

The thiosemicarbazone derivatives synthesizing and investigating their potential inhibitory or activatory actions are very important. However, there is no study investigating the effect of thioacetazone derivatives on GST. For this purpose in the present study, we synthesized thiosemicarbazone-based aza-ylide derivatives **3A-3D** and investigated their inhibition or activation effects on rat GST enzyme activity.

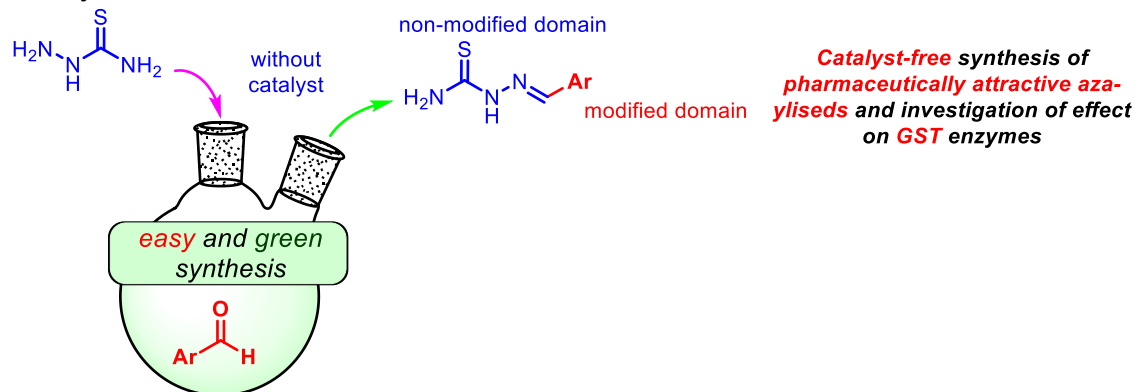
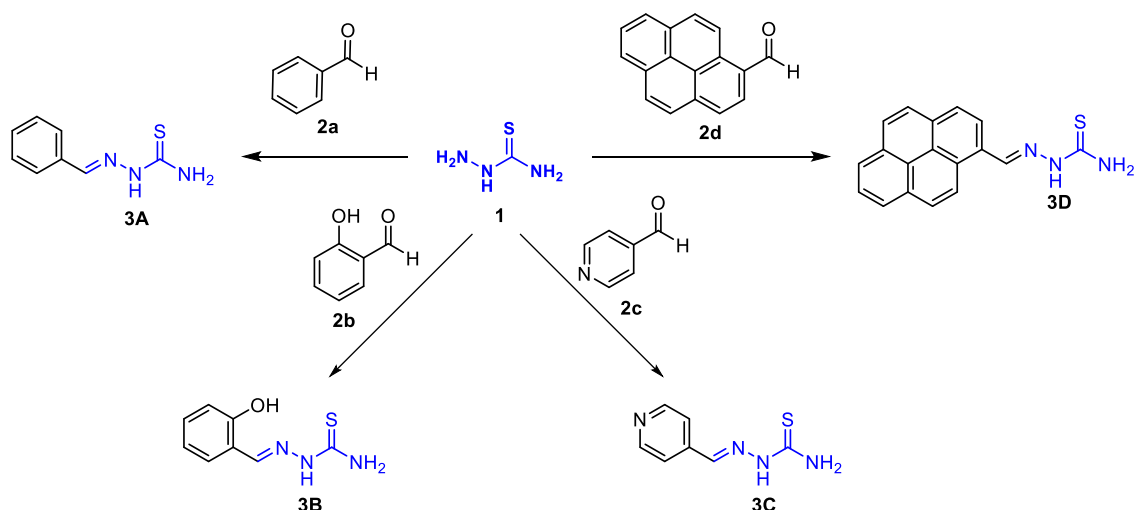


Figure 2. Strategies for the synthesis of thiosemicarbazones

RESULTS AND DISCUSSIONS

As mentioned above, in this work we interested in the synthesis and their enzyme activity of some thiosemicarbazone-based aza-ylide derivatives starting from commercially available thiosemicarbazone and aldehydes. For this purpose, thiosemicarbazone-based aza-ylide derivatives (**3A-3D**) were synthesized via reaction of aldehydes **2a-2d**, which have different natures, with hydrazinecarbothioamide (**1**) without any catalyst. Detailed procedures and characterization can be found in the experimental section.



Scheme 1. Synthesis of thiosemicarbazone-based aza-ylide derivatives (**3A-3D**)

The ^1H NMR spectra of **3B** is shown in Figure 3. When the ^1H NMR spectrum of **3B** is examined, it is seen that the NH (of N-NH-C=S group) proton peak is resonance at 11.35 (s, N=NH, 1H) ppm. At the same time, it is seen that protons of S=C-NH₂ groups in the structure of the target molecule gave resonances signals at 8.12 (bs, NH₂, 1H), 7.93 (bs, NH₂, 1H) ppm. All spectroscopic data for

thiosemicarbazone-based aza-ylide derivatives **3A-3D** synthesized with a green approach are compatible with the literature.

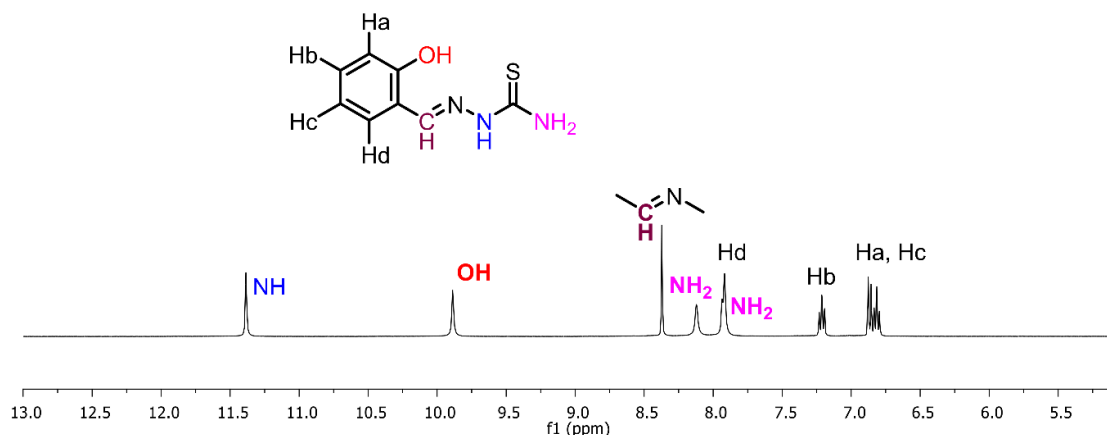


Figure 3. ^1H NMR spectrum of **3b**

In this study GST enzyme was purified in a single chromatographic step with 2',5'-ADP Sepharose 4B Affinity column chromatography from quail liver. Following purification of enzyme, we investigated the effect a series of thiosemicarbazone-based aza-ylide derivatives (**3A-3D**) on GST enzyme. As a result of studies, while thiosemicarbazone-based aza-ylide derivative **3A** inhibited the GST enzyme with IC_{50} value of 138.6 μM , the thiosemicarbazone-based aza-ylide derivatives; **3B**, **3C**, and **3D** activated the GST enzyme (Figure 4).

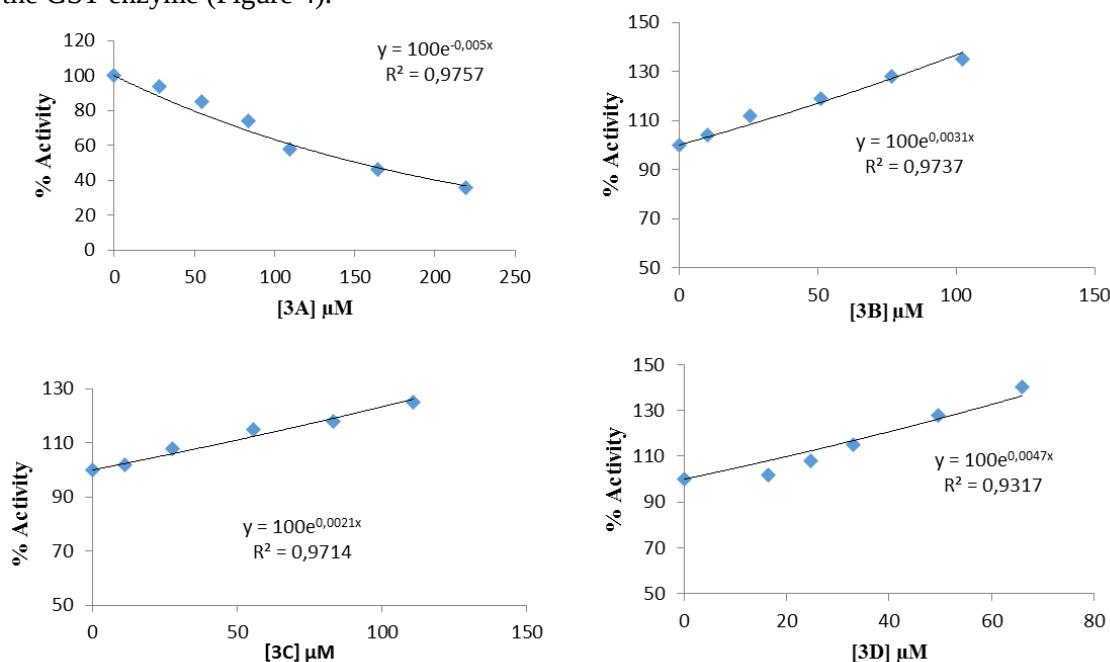


Figure 4. IC_{50} graphs of thiosemicarbazone-based aza-ylide derivatives **3A-3D** on GST enzyme

MATERIALS AND METHODS

General Information: All solvents and chemicals were commercially available from Fluka or Sigma-Aldrich. All ^1H NMR and ^{13}C NMR spectra were recorded on 400 (100)-MHz Bruker spectrometer. The mixture reaction was monitored by thin layer chromatography (TLC) plates (Merck, 60 F254). UV-vis spectra were monitored on Shimadzu UV-1800 UV/Visible.

Synthesis of Organic Compounds and Enzyme Activity Studies

General procedure for synthesis of thiosemicarbazones aza-ylides (3a-3e): To a solution of aldehydes (**2a-2e**, 1.0 equiv.) in ethanol (10 mL) was added slowly to the solution of thiosemicarbazide (**1**, 1.0 equiv.). The reaction mixture was refluxed without any catalyst for between 5h and 12h, and was monitored by TLC. After, the mixture product was recrystallized from EtOH. After recrystallization, thiosemicarbazone-based aza-ylide derivatives (**3a-3e**) was obtained as following.

(E)-2-Benzylidenehydrazine-1-carbothioamide (3a): White solid, m. p. 162-163°C, yield 75%. ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃): δ 11.44 (s, 1H, NH), 8.22 (bs, 1H, NH₂), 8.05 (s, 1H, =CH), 8.00 (bs, 1H, NH₂), 7.80-7.78 (m, 2H, =CH), 7.40-7.38 (m, 3H, =CH); ¹³C NMR (DMSO-d₆) δ 180.0, 144.2, 136.2, 131.8, 130.7, 129.3. All spectroscopic data for **3a** is compatible with the literature (Lee et al. 2010; Thanigaimalai et al. 2010).

(E)-2-(2-Hydroxybenzylidene)hydrazine-1-carbothioamide (3b): Pale yellow solid, m. p. 228-230°C, yield 87%. ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ 11.35 (s, 1H, NH), 9.88 (bs, 1H, OH), 8.37 (s, 1H, N=CH), 8.12 (bs, 1H, NH₂), 7.93 (bs, 1H, NH₂), 7.91 (bs, 1H, =CH), 7.23-7.19 (m, 1H, =CH), 6.87-6.79 (m, 2H, =CH); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃): δ 177.6, 156.4, 139.6, 131.1, 126.7, 120.3, 119.2, 116.0. All spectroscopic data for **3b** is compatible with the literature (Kuznetsova et al. 2014).

(E)-2-(Pyridin-4-ylmethylene)hydrazine-1-carbothioamide (3c): White solid, yield 94%. ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆) δ 11.56 (s, 1H, NH), 8.56 (s, 2H, NH₂), 8.60 (s, 1H, CH), 8.66 (s, 1H, =CH), 7.98 (s, 1H, =CH), 7.98 (s, 1H, =CH), 8.66 (s, 1H, =CH). ¹³C NMR (100 MHz, DMSO-d₆) δ 178.5, 149.5, 146.9, 144.4, 120.4. All spectroscopic data for **3c** is compatible with the literature (Lee et al., 2010).

(E)-2-(Pyren-1-ylmethylene)hydrazine-1-carbothioamide (3d): Red solid, m. p. 238-240 °C, yield 91%. ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ 11.58 (s, 1H, NH), 9.27 (s, 1H, =CH), 8.90 (d, *J* = 8.2 Hz, 1H, =CH), 8.48 (d, *J* = 8.2 Hz, 1H, =CH), 8.36-8.21 (m, 8H, =CH, NH₂), 8.12 (t, *J* = 8.2 Hz, 1H, =CH); ¹³CNMR (100 MHz, DMSO-d₆): δ 177.8 (C=S), 140.2, 131.8, 130.8, 130.1, 128.7, 128.6, 128.2, 127.4, 126.9, 126.5, 126.0, 125.7, 125.1, 124.2, 124.0, 123.8, 121.6. All spectroscopic data for **3d** is compatible with the literature (Wang et al., 2010; Ghosh et al., 2012; Bayindir and Toprak, 2019).

Preparation of homogenates: Liver tissue of quail (5 g) was divided into small pieces and homogenized with homogenizer in 50 mM Tris/HCl buffer (pH 7.2) containing 1 mM ethylenediaminetetraacetic acid, 1 mM dithiothreitol, and 1 mM phenylmethylsulfonyl fluoride. The homogenate was centrifuged at 13,000 × *g* for 1 h and the supernatant was collected. All procedures were carried out at 4°C.

Purification of GST enzyme: Prepared homogenate was applied to GSH-agarose affinity column equilibrated with 10 mM K-phosphate buffer (pH 8.0) containing 0.1 mM KCl. The column was washed with equilibrium buffer and then enzyme was eluted with 10 mM GSH in 50 mM Tris/HCl (pH 9.5). 1 mL fractions were collected Temel et al., 2018).

Measurement of GST enzyme activity: The activity of GST was determined in accordance with Habig method using CDNB (25mM) as a substrate (Habig et. al. 1974). A spectrophotometer (Shimadzu UV-1208, Japan) was used to estimate the changes in absorbance at 340 nm for 3 min.

In vitro enzyme inhibition studies: In this study, we synthesized thiosemicarbazone derivatives to determine inhibition profiles on GST enzyme activity purified from quail liver. To determine IC₅₀ values (causing a 50% decrease in enzyme activity) were added 25 mM constant substrate (CDNB) and different concentrations thiosemicarbazone derivatives to the reaction medium in 1mL of total reaction volume. The inhibitor concentrations (IC₅₀ values) were calculated via activity %-vs compound concentration graphs.

REFERENCES

- Bayindir S., Toprak M., 2019, A novel pyrene-based selective colorimetric and ratiometric turn-on sensing for copper, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 213: 6–11.
- Costello C., Karpanen T., Lambert P.A., Mistry P., Parker K.J., Rathbone D.L., Ren, Wheeldon L.J.M., Worthington T., 2008. Thiosemicarbazones active against *Clostridium difficile*, *Bioorg. Med. Chem. Lett* 18: 1708-1711.
- Ebrahimi H.P., Hadi J.S., Alsalim T.A., Ghali T.S., Bolandnazar Z., 2015. A novel series of thiosemicarbazone drugs: from synthesis to structure. *Spectrochim. Acta -Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* 137: 1067-1077.
- Gazieva, G.A.; Kravchenko, A.N., 2012. Thiosemicarbazides in the synthesis of five- and six-membered heterocyclic compounds. *Russ. Chem. Rev.* 81: 494–523.
- George, S.G., 1994. Enzymology and molecular biology of phase II xenobiotic-conjugating enzymes in fish. *Aquatic Toxicol* 37-85.
- Ghosh P., Mandal S., Das T., Maity A., Gupta P., Purkayastha P., 2012. “Extra stabilization” of a pyrene based molecular couple by C-cyclodextrin in the excited electronic state. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 14: 11500-11507.
- Habig, W. H., Pabst, M. J., & Jakoby, W. B. 1974. Glutathione S-transferases the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *Journal of biological Chemistry*, 249(22), 7130-7139.
- Hassan, A.A.; Shawky, A.M., 2011. Thiosemicarbazides in heterocyclization. *J. Heterocycl. Chem.* 48: 495–516.
- Jimbow K., Hua C., Gomez P.F., Hirosaki K., Shinoda K., Salopek T.G., Matsusaka H., Jin H.Y., Yamashita T., 2000. Intracellular vesicular trafficking of tyrosinase gene family protein in Eu- and pheomelanosome biogenesis, *Pigm. Cell Res.* 13: 110-117.
- Kleemann A., Engel J., Kutscher B., Reichert D., 2001. *Pharmaceutical Substances: Syntheses, Patents, Applications*; Thieme: Stuttgart, pp. 77–78.
- Kuznetsova M.A., Bessalov A.Y., 2014. One-Pot, Three-Component Synthesis Of [1,3] thiazolo[4,3-B][1,3,4]thiadiazoles: Correct Structure Of The Products, *Chemistry of Heterocyclic Compounds*, 49: 1458-1463 .
- Lee K.C., Thanigaimalai P., Sharma V.K., Kim M.S., Roh E., Hwang B.Y., Kim Y., Jung S.H., 2010. Structural characteristics of thiosemicarbazones as inhibitors of melanogenesis. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 20: 6794-6796.
- Lin H., Su H., Li J., Lin H., 2010. An efficient novel acetate anion receptor based on isatin, *J. Braz. Chem. Soc.* 21: 541-545.
- Lin W.Q., Xie J.X., Wu X.M., Yang L., Wang H.D., 2014. Inhibition of xanthine oxidase activity by *Gnaphalium affine* extract, *Chin. Med J. Peking* 29: 225-230.
- Malkina A.G., Nosyreva V.V., Albanov A.I., Afonin A.V., Vashchenko A.V., Amosova S.V., Trofimov B.A., 2017. Regioselective N(2)-H-functionalization of thiosemicarbazones of aromatic and heteroaromatic aldehydes with acrylonitrile, *Synthetic Communications*, 47:2, 159-168.
- Netalkar P.P., Netalkar S.P., Revankar V.K., 2015. Transition metal complexes of thiosemicarbazone: Synthesis, structures and invitro antimicrobial studies, *Polyhedron* 100: 215–222.
- Pelosi G., Bisceglie F., Bignami F., Ronzi P., Schiavone P., Re M.C., Casoli C., Pilotti E., 2010. Antiretroviral activity of thiosemicarbazone metal complexes, *J. Med. Chem.* 53: 8765-8769.
- Şahin M., Koca A., Özdemir N., Dinçer M., Büyükgüngör O., Bal-Demirci T., Ülküseven B., 2010. Synthesis, X-ray crystal structures, thermal and electrochemical properties of thiosemicarbazidatodioxouranium (VI) complexes. *Dalton Trans.* 39: 10228-10237.
- Smolentsev A.I., Lavrenova L.G., Elokhina V.N., Nakhmanovich A.S., Larina L.I., 2009. Crystal structures of pyridine-4-aldehyde thiosemicarbazone perchlorate and trifluoromethane sulfonate. *J. Stuct. Chem.* 50: 500-504.
- Temel, Y., Koçyigit, U. M., Taysı, M. Ş., Gökalp, F., Gürdere, M. B., Budak, Y., Ceylan, M. Gulcin, I., Çiftci, M. (2018). Purification of glutathione S-transferase enzyme from quail liver tissue and inhibition effects of (3aR, 4S, 7R, 7aS)-2-(4-((E)-3-(aryl) acryloyl) phenyl)-3a, 4, 7, 7a-tetrahydro-1H-4, 7-methanoisoindole-1, 3 (2H)-dione derivatives on the enzyme activity. *Journal of biochemical and molecular toxicology*, 32(3), e22034.

- Thanigaimalai P., Hoang T.A.L., Lee K.C., Bang S.C., Sharma V.K., Yun C.Y., Roh E., Hwang B.Y., Kim Y., Jung S.H., 2010. Structural requirement(s) of N-phenylthioureas and benzaldehyde thiosemicarbazones as inhibitors of melanogenesis in melanoma B16 cells, *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 20: 2991-2993.
- Wang X.M., Yan H., Feng X.L., Chen Y., 2010. 1-Pyrenecarboxaldehyde thiosemicarbazone: A novel fluorescent molecular sensor towards mercury (II) ion, *Chinese Chemical Letters* 21: 1124–1128.
- Yusuf M., Jain P., 2014. Synthesis and biological significances of 1,3,4-thiadiazolines and related heterocyclic compounds, *Arab. J. Chem.* 7: 525–552.
- Zhao H.C., Shi Y.P., Liu Y.M., Li C.W., Xuan L.N., Wang P., Zhang K., Chen B.Q., 2013. Synthesis and antitumor-evaluation of 1,3-selenazole-containing 1,3,4-thiadiazole derivatives, *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 23: 6577-6579.